

---

Observatorio Astronómico Nacional  
San Pedro Mártir, Baja California, México  
Instituto de Astronomía , UNAM

**MANUAL DE USUARIO DE LA  
CÁMARA/ESPECTRÓGRAFO  
INFRARROJA  
CAMILA-CAMALEÓN**

**Sandra Ayala, Leonel Gutiérrez, Luis Salas, David  
Hiriart y Fernando Quirós**

Octubre de 2004



# Índice general

<b>Resumen</b>	<b>VII</b>
<b>1. Instalación de CAMILA-CAMALEON en el telescopio.</b>	<b>1</b>
1.1. Procedimiento de instalación. . . . .	1
1.2. Motor de pasos de los filtros . . . . .	3
1.3. Para enfriar Camila. . . . .	4
1.3.1. Evacuación del crióstato. . . . .	4
1.3.2. Llenando con nitrógeno líquido el crióstato. . . . .	5
1.3.3. Los termómetros en el banco óptico. . . . .	6
<b>2. Descripción del instrumento.</b>	<b>7</b>
2.1. CAMILA-CAMALEON. . . . .	7
2.2. Detector NICMOS 3 . . . . .	8
2.3. Lista de filtros. . . . .	9
2.4. Descripción del banco óptico y del camino del haz de luz a través del instrumento. . . . .	10
<b>3. La interfaz de usuario de CAMILA-CAMALEON</b>	<b>17</b>
3.1. Cómo iniciar la interfaz o programa de control. . . . .	17
3.2. Cómo iniciar la interfaz de usuario desde una ventana de comandos. . . . .	19
3.2.1. Camila y el Guiador Tijuano: autoguiando. . . . .	20
3.3. La interfaz de usuario o ventana principal. . . . .	21
3.3.1. La ventana de visualización de las imágenes adquiridas. . . . .	23
3.3.2. Cómo mover los filtros, rendijas, cámaras, etc. . . . .	24
3.3.3. Cómo inicializar los elementos motorizados. . . . .	26
3.3.4. Ventana y archivo de secuencias. . . . .	28
3.3.5. Ubicación de las imágenes adquiridas. . . . .	28
3.3.6. El etalón Fabry-Perot. . . . .	29
<b>4. Procedimientos de alineación y enfoque del colimador.</b>	<b>31</b>
4.1. Cambio de cámaras y alineación . . . . .	31
4.1.1. Procedimiento para verificar la alineación. . . . .	31

4.2. Enfoque del colimador . . . . .	34
<b>5. Observando Imagen Directa con CAMILA-CAMALEON</b>	<b>37</b>
5.1. Escala de placa y campo de observación. . . . .	37
5.2. Alineación de las cámaras. . . . .	38
5.3. Magnitudes límite. . . . .	38
5.4. Radiación de fondo. . . . .	39
5.5. Nivel de saturación y tiempo de retardo del telescopio. . . . .	40
5.6. Píxeles malos en el detector de Camila. . . . .	41
5.7. Cómo enfocar el telescopio con Camila. . . . .	41
5.8. Cómo tomar imágenes. . . . .	42
5.8.1. Modos de lectura. . . . .	43
5.8.2. Tiempos de integración. . . . .	43
5.8.3. Archivos de imágenes. . . . .	44
5.9. Secuencias de observación. . . . .	45
5.9.1. Lista de comandos. . . . .	47
5.9.2. Offsets en las secuencias. . . . .	48
5.9.3. Ejemplo de una secuencia: la secuencia cruz. . . . .	48
5.9.4. Ciclos dentro de una secuencia. . . . .	49
5.9.5. Interrumpiendo una secuencia. . . . .	51
5.10. Apariencia de las imágenes . . . . .	51
5.11. El programa <i>revisa.cl</i> . . . . .	53
5.12. Imágenes de calibración y corrección por No-Linealidad. . . . .	54
5.12.1. Imágenes de campo plano. . . . .	54
5.12.2. Imágenes Dark, Bias y Cielo. . . . .	55
5.12.3. Corrección por No-Linealidad . . . . .	56
5.12.4. Coeficientes de linealidad y offsets. . . . .	56
5.13. Estrellas estándares. . . . .	57
5.14. Bitácora de observaciones con Camila. . . . .	58
<b>6. Observando Espectroscopía con CAMILA-CAMALEON.</b>	<b>59</b>
6.1. Especificaciones de la rejilla de difracción. . . . .	59
6.2. Espectroscopía usando las cámaras f/13.5 y f/4.5. . . . .	60
6.3. Verificando el nivel de iluminación de la lámpara de comparación. . . . .	61
6.4. Calibración en longitud de onda . . . . .	62
6.5. Orientación de la rendija respecto del cielo. . . . .	64
6.6. Tomando espectros con CAMILA-CAMALEON. . . . .	64
6.6.1. La secuencia espectral. . . . .	65
6.6.2. Cómo centrar un objeto en la rendija. . . . .	66
6.6.3. Cómo tomar el espectros de comparación. . . . .	68
6.7. Imágenes de campo plano para espectroscopía. . . . .	68

6.8. Absorciones atmosféricas. . . . .	68
6.9. Calibración en flujo. . . . .	69
6.10. Ubicación y encabezados de las imágenes con espectros. . . . .	69
<b>7. Observando con el Etalón Fabry-Perot.</b>	<b>71</b>
7.1. Operación del etalón Fabry-Perot. . . . .	71
7.2. Instalación del etalón Fabry-Perot. . . . .	71
7.3. Cómo verificar el paralelismo. . . . .	72
7.4. Cómo cerrar el lazo de posición. . . . .	73
7.4.1. Pasar a modo de operación. . . . .	74
7.4.2. Verificando que funciona el sistema. . . . .	75
<b>8. Observando con el polarímetro de CAMILA-CAMALEON.</b>	<b>77</b>
8.1. Instalación del polarímetro. . . . .	77
8.2. Características del polarizador. . . . .	80
8.3. Cómo acceder a la ventana de control del polarizador. . . . .	82
8.4. Cómo inicializar el polarizador. . . . .	83
8.5. Cómo cambiar el ángulo del polarímetro. . . . .	83
<b>9. Posibles Problemas y Soluciones.</b>	<b>85</b>
<b>A. Procedimiento de prueba del instrumento CAMILA.</b>	<b>89</b>
<b>B. Curvas de transmisión de los filtros en CAMILA-CAMALEÓN .</b>	<b>93</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>105</b>



# Resumen

Este documento se basa en los manuales de usuario anteriores para el instrumento CAMILA-CAMALEON (MU96-02 y MU97-03; Cruz-González, et al. 1996 y 1997) y los documentos cortos posteriores que describen las modificaciones en el sistema de adquisición de las imágenes. Este **Manual de Usuario** trata de compilar la información más actualizada sobre CAMILA-CAMALEÓN y su operación, que sea de utilidad para los observadores usuarios del instrumento. También se describe la interfaz de usuario que se usa actualmente en el Observatorio Astronómico Nacional (OAN) para controlar Camila.

CAMILA-CAMALEÓN es un ESPECTRÓGRAFO/CÁMARA CRIOGÉNICO INFRARROJO construido en el IAUNAM y liberado desde 1995. El instrumento se compone de un detector **NICMOS 3** de  $256 \times 256$  pixeles, sensible en el intervalo de longitud de onda de 1 a 2.5 micras, dos cámaras de razones focales  $f/13.5$  y  $f/4.5$ , un carrusel de filtros con 12 posiciones, una rueda de diafragmas/rendijas, una mesa rotatoria rejilla/espejo, un carrito de lámparas de comparación y un etalón Fabry-Perot (todos con movimientos motorizados). En modo de imagen directa y espectroscopía las cámaras producen las siguientes escalas de placa, campos y resolución:

Imagen Directa		
CÁMARA	ESCALA DE PLACA	CAMPO
$f/4.5$	$0.85''/\text{pixel}$	$3.63' \times 3.63'$
$f/13.5$	$0.3''/\text{pixel}$	$1.28' \times 1.28'$

Espectroscopía		
CÁMARA	DISPERSIÓN [ $\text{\AA}/\text{pix}$ ]	$R = \Delta\lambda/\lambda$
$f/4.5$	16.5	500
$f/13.5$	6	1500

A lo largo de la vida útil de CAMILA se han hecho diferentes modificaciones, todas enfocadas a mejorar el ambiente de observación y de adquisición de datos. Estos cambios han resultado en un manejo más cómodo y eficiente del sistema de adquisición de imágenes infrarrojas. Entre las varias modificaciones se instaló un

bloqueador (Stop de Lyot) en el plano de la pupila para disminuir la radiación de fondo a  $2 \mu\text{m}$ , incluyendo la que procede de la estructura del telescopio y la araña del espejo secundario. Se diseñó e instaló una nueva tarjeta electrónica para la lectura del detector que resulta en la disminución del tiempo de lectura de una imagen a la mitad, respecto de la versión anterior. Se diseñó e instaló un nuevo programa-interfaz para la interacción con CAMILA-CAMALEÓN que permite un manejo sencillo y muy versátil de todos los elementos motorizados en el espectrógrafo y de los parámetros para la adquisición de las imágenes.

Los fabricantes del instrumento solicitan a los observadores que al reportar sus observaciones realizadas con CAMILA-CAMALEÓN en artículos o congresos, citen el artículo:

- “CAMILA: Infrared Camera/Spectrograph for OAN-SPM”, I. Cruz-González, L. Carrasco, E. Ruiz, L. Salas, M. Skrutskie, M. Meyer, P. Sotelo, F. Barbosa, L. Gutiérrez, A. Iriarte, F. Cobos, A. Bernal, B. Sánchez, J. Valdéz, S. Argüelles, P. Conconi: 1994, in “Instrumentation in Astronomy VIII”, D.L. Crawford & E.R. Craine, Editors, Proc. SPIE 2198, p. 774-780.

### **Agradecimientos:**

Agradecemos la paciencia y las valiosas sugerencias del personal técnico de mantenimiento e instrumentación del OAN para lograr una versión actualizada de este Manual de Usuario, especialmente en las secciones de instalación en el telescopio y la descripción de CAMILA-CAMALEON. Mil gracias a Fernando Quirós, Francisco Murillo, Jose Luis Ochoa, José Manuel Murillo, Enrique Colorado, Benjamín Martínez, Gerardo Guisa, Benjamín García, Jorge Valdéz, Antolín Cordova y Eduardo López.

# Capítulo 1

## Instalación de CAMILA-CAMALEÓN en el telescopio.

La preparación e instalación de CAMILA-CAMALEÓN y las pruebas iniciales de operación serán realizadas por el equipo técnico del OAN por lo que se pide a los observadores únicamente vigilar el buen funcionamiento del instrumento instalado. Con el objeto de lograr una operación óptima del instrumento y tener una visión global del mismo a la hora de detectar problemas, se recomienda a los observadores familiarizarse con el procedimiento general de instalación que se describe en este capítulo.

Las componentes necesarias para instalar CAMILA-CAMALEÓN se encuentran en el piso de la cúpula del edificio del telescopio de 2.1m y son: el espejo secundario f/13.5, CAMILA-CAMALEÓN en su carro (que incluye el banco óptico -CAMALEON-, la electrónica del instrumento y el crióstato de Camila), 2 refrigeradores NESLAB, la fuente para calefactor de ventana y el regulador de flujo de nitrógeno gaseoso. El etalón Fabry-Perot y su electrónica asociada se localiza en una caja de madera el piso de electrónica.

### 1.1. Procedimiento de instalación.

Previo a la instalación se requiere lo siguiente:

- Un día antes del inicio de la temporada de observación con el instrumento se deberá evacuar el crióstato de Camila **SIN DESMONTARLO DE CAMALEON**, y proceder a enfriarlo (ver sección 1.3).

- Verificar la existencia de alcohol isopropílico para el refrigerador.
- Verificar la existencia de nitrógeno líquido en el tanque grande con adaptador para conectarlo al regulador de flujo de nitrógeno gaseoso (regulador de bolita).

El proceso de instalación de CAMILA-CAMALEÓN se deberá iniciar por lo menos 8 horas antes del inicio de las observaciones, debido a que el enfriado del banco óptico a una temperatura interna entre -12 y -20 °C toma a su vez entre 8 y 12 horas (dependiendo de la época del año). El procedimiento de instalación es el siguiente:

1. Instalar el espejo secundario f/13.5.
2. Subir el carro con CAMILA-CAMALEÓN a la plataforma para montarlo en el telescopio. Colocarlo en el telescopio de modo que el crióstato de Camila quede apuntando al Norte. Para colocarlo en la platina se requieren 4 tornillos allen (1/2-13") con dos rondanas G10 y una llave allen de 3/8". Para colocar el tornillo al norte es necesario abrir la puerta del CAMALEON. Para abrirla es necesario quitar el contador de la platina (dial) y liberar los 4 broches de la puerta.
3. Instalar la fuente del calefactor de la ventana en la platina.
4. Hacer las conexiones de red y de alimentación de la electrónica de control, que se localiza en el costado oeste de CAMALEON.
5. Asegurarse que la electrónica de control y la PC de Camila (*camilapc*) están encendidas.
6. Verificar que la interfaz de usuario en la computadora *sonaja* no tiene problemas para iniciarse.
7. Verificar los movimientos de los motores de pasos: rendijas, rejilla/espejo, cámaras y lámparas. En la sección 3.3.2 de este manual se describe cómo mover los motores desde la interfaz de usuario.
8. Si las observaciones van a ser en modo de imagen directa verificar que el pequeño baffle está instalado entre la rejilla/espejo y el carro de las cámaras.
9. Si todo esta funcionando correctamente, cerrar la puerta del banco óptico de CAMILA-CAMALEÓN (cerrar los broches).
10. Instalar los refrigeradores NESLAB al Este de la pata sur del telescopio. Conectar las dos mangueras negras en las salidas con llaves de paso rojas en la parte sur de CAMALEON.

11. Conectar el cable que va de los refrigeradores a la caja del sensor de temperatura, atrás del espectrógrafo.
12. Conectar el regulador de flujo de nitrógeno gaseoso (regulador de bolita) al tanque de nitrógeno líquido.
13. Iniciar el flujo de nitrógeno gaseoso. Al principio, durante los primeros diez minutos, poner un flujo de 10 ft<sup>3</sup>/hr. En el paso 17 se indica que deberá hacerse con el flujo de nitrógeno gaseoso pasados 10 minutos. Mientras siga al paso 14.
14. Encender los refrigeradores oprimiendo los botones **ON** primero y luego **COOL**. Ajustar el **SETPOINT** a -55 °C oprimiendo el botón **SETPOINT** y girando las perillas **COARSE** o **FINE** de temperatura. Verificar que el *switch* en la cajita del sensor de temperatura, atrás del espectrógrafo, esté marcando **ENABLE**.
15. Conectar el cable del calefactor de la ventana del detector, a la fuente del calefactor instalada en la platina.
16. Encender el calefactor de la ventana del detector, que está en la platina, con una corriente de 100 mA.
17. Pasados 10 minutos, disminuir el flujo de nitrógeno gaseoso al mínimo, es decir, que apenas flote la bolita.
18. Cuando el CAMALEON ya esté frío, verificar la alineación de la óptica para el modo correspondiente: CAMARA DIRECTA ó ESPECTRÓGRAFO (ver capítulo 4 de este Manual).

Para verificar la comunicación entre las computadoras asociadas con el instrumento consulte el documento *Procedimiento de prueba del instrumento Camila* (Colorado y Gutiérrez, 2004). Una reproducción de este documento se puede consultar en el Apéndice A de este Manual. En la figura 1.1 se muestra una fotografía de CAMILA-CAMALEÓN instalada en el telescopio, vista del lado norte.

## 1.2. Motor de pasos de los filtros

Verifique que no esté activado el seguro del contador (dial) del motor de pasos de los filtros. Este seguro **NUNCA** debe estar activado. Las posiciones de los filtros pueden leerse en la Tabla 2.2. Al iniciar la operación de CAMILA-CAMALEÓN asegúrese de que la carátula de la perilla acoplada al motor de la rueda de filtros marca **9998**, esto implicará que se está en el filtro 0, y así al iniciar la interfaz de usuario estará inicializada la rueda de filtros. Esto debe hacerse así porque no existe

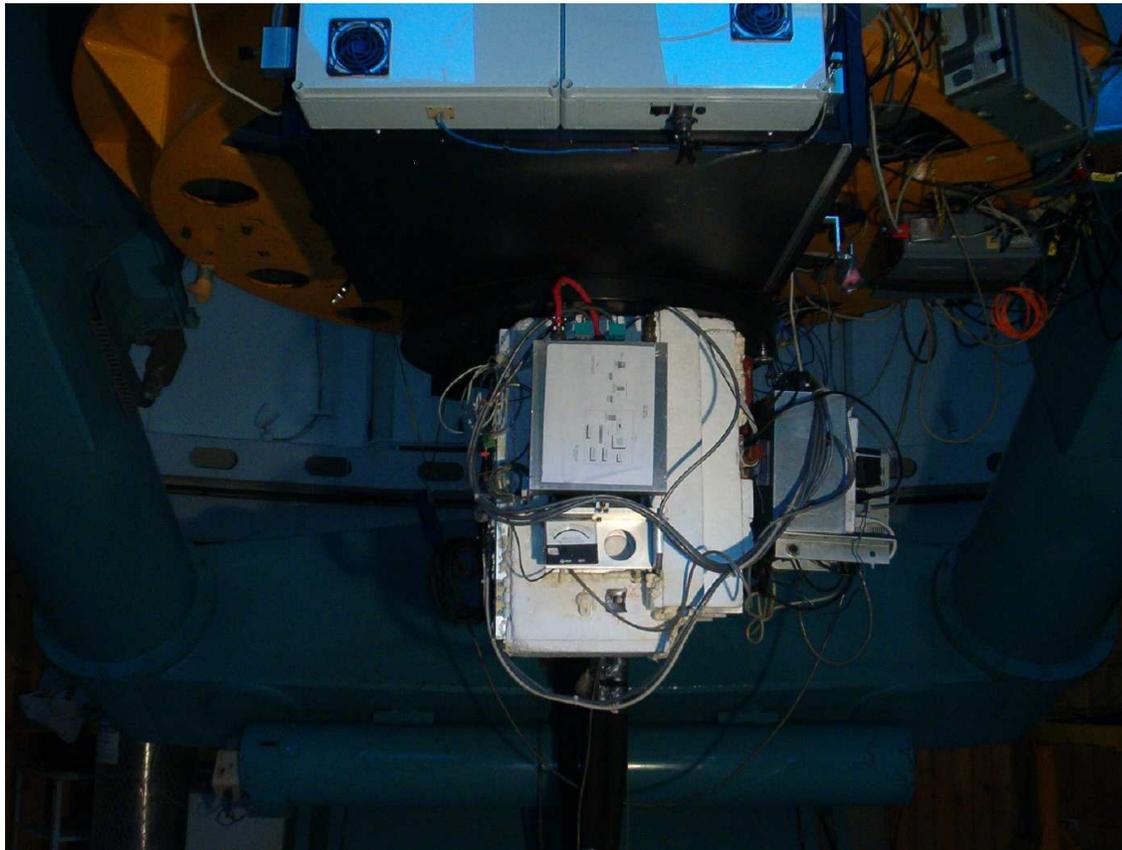


FIGURA 1.1: CAMILA-CAMALEÓN instalada en telescopio de 2.1m del OAN/SPM. La vista es por el lado norte.

un procedimiento motorizado para inicializar el mecanismo de la rueda de filtros y al encender la electrónica de CAMILA-CAMALEON, la parte asociada al control del movimiento de los filtros asume que está en la posición 0 (posición **9998** en el dial).

## 1.3. Para enfriar Camila.

### 1.3.1. Evacuación del crióstato.

Este es uno de los procedimientos más importantes para el buen funcionamiento de CAMILA-CAMALEON. Se debe conectar el crióstato a la manguera de la bomba de vacío y el puerto para el termopar. Camila cuenta con un medidor de presión interna o termopar que permite medir la presión de la botella durante el proceso de evacuación del crióstato. El sistema de vacío puede tener su propio medidor.

Una vez conectada la manguera se debe esperar unos veinte minutos a que el

sistema de vacío se estabilize y se evacúe la manguera de la bomba de vacío. Entonces, puede abrirse la válvula de vacío y así iniciar el proceso de evacuación del crióstato. Esta válvula sólo debe abrirse si el crióstato se encuentra a temperatura ambiente.

Cuando el medidor de vacío (termopar) marque una presión inferior a **30 mTorr** el crióstato se encuentra en presión de operación, cierre la válvula de vacío y ya puede llenar la botella con nitrógeno líquido ( $N_2L$ ). La válvula de vacío, localizada junto al termopar, es el conducto a través del cual se realiza la evacuación del crióstato y una vez que se ha llegado a la presión requerida permite el cierre, evitando así la pérdida de vacío. Tanto el termopar como la válvula se atornillan con cinta de teflón a la tapa superior del crióstato.

En caso de requerir mayor vacío, se debe tener en cuenta que, en cada paso que se siga con el equipo de vacío deberá cerrar primero la válvula de vacío de la botella y dejar que se evacúe la manguera y se estabilize el sistema. En particular, cuando se pasa de la bomba mecánica a la difusora, hay un periodo de degasamiento de la difusora en el que se pierde vacío y se contaminan las superficies con los gases que desprende este degasado. El medidor subirá un poco y la aguja oscilará un rato hasta volver a bajar. Este periodo puede durar unos 5 minutos.

En total, el crióstato de Camila debería llegar a un buen vacío (inferior a 30 mTorr en el termopar) en alrededor de una hora. Sin embargo, es posible que por algún problema el sistema se encuentre sucio y esto hará que la evacuación dure más tiempo.

Cuando el sistema ya está instalado y operando en el telescopio, puede verificarse el nivel de vacío con el termopar. En caso de que no se cuente con el medidor, una apariencia nublada de la ventana, o la presencia de condensación de agua en el crióstato (aún cuando la humedad no es muy alta), son indicadores de que el vacío dentro del crióstato es deficiente. En este caso deberá verificar el crióstato y evacuar el sistema a temperatura ambiente: debe vaciarse el nitrógeno líquido y esperar a que la botella se caliente.

### 1.3.2. Llenando con nitrógeno líquido el crióstato.

Es recomendable conectar la electrónica de CAMILA-CAMALEÓN antes de llenar la botella, con el fin de monitorear el proceso de enfriado. Para verificar la comunicación entre la electrónica de Camila y la computadora *sonaja* consulte el documento *Procedimiento de prueba del instrumento Camila* (Colorado y Gutiérrez, 2004). Una reproducción de este documento se puede consultar en el Apéndice A de este Manual.

Para el proceso de llenado del crióstato con nitrógeno líquido se requiere usar el embudo en forma de cuerno que debe estar en el piso de la cúpula del telescopio de 2.1m. Tenga en cuenta que el vástago del embudo debe penetrar hasta la cámara

de nitrógeno, pasando el cuello, ya que de lo contrario el nitrógeno hierve y rebota desde el cuello sin llegar nunca al depósito. También se debe verificar que no se forme hielo entre el cuello y el vástago, pues esto evita que respire el depósito. Para verificar que no se ha formado hielo basta con mover un poco el embudo. El tiempo normal de llenado de nitrógeno es de unos 20 minutos y se usan alrededor de 5 litros cuando se llena por primera vez. Pasadas 6 horas se debe rellenar nuevamente, y en adelante se rellena cada 8 ó 10 horas, dependiendo de la época del año. Es muy importante retirar el embudo después de realizar el llenado de la botella, en caso contrario el nitrógeno se consume más rápido.

Durante el proceso de enfriado debe notarse que una vez que el nitrógeno está siendo transferido, el número de pixeles saturados en cada cuadrante del detector comienza a disminuir. Esto implica que el detector responde y está “vivo”. El último cuadrante en responder es el 4, que normalmente se muestra “vivo” cuando los otros ya casi no muestran pixeles saturados.

Para saber cuándo el detector está en el nivel normal de operación adquiera imágenes usando tiempo de integración de 1 segundo, una lectura y un addupp. Use el modo de observación FOCO activando el botón **Foco** en la interfaz de usuario y presionando después el botón **Exponer**. Para saber el nivel de conteos de la imagen dé *clicks* sobre la ventana donde se despliega la imagen. En el borde inferior de esta ventana se leerá la posición X,Y y los conteos detectados en el pixel que se muestreó. Verifique los conteos en los cuatro cuadrantes. El nivel normal de operación será cuando se tienen del orden de **2000** conteos en cada cuadrante.

### 1.3.3. Los termómetros en el banco óptico.

Hay dos termómetros para censar la temperatura interna del banco óptico de CAMILA-CAMALEON. Uno de ellos es analógico y se localiza en el costado sur de CAMALEON. Este medidor de temperatura está conectado al dedo frío y mide la temperatura en la parte inferior del banco óptico, donde está el serpentín de cobre. La mediciones de este termómetro sólo son confiables cuando el telescopio está apuntando al cenit. Hay otro termómetro que mide la temperatura hacia la parte superior del banco óptico. El despliegue de este medidor es digital y se localiza en la parte superior izquierda del costado sur de CAMALEON (sobre las componentes de la electrónica). Las lecturas de temperatura en ambos termómetros no coinciden. En el invierno el termómetro analógico debe alcanzar  $-27^{\circ}$  C, mientras que el digital marcará alrededor de  $-14^{\circ}$  C. En el verano el termómetro analógico estará cerca de  $-23^{\circ}$  C, y el digital alrededor de  $-9^{\circ}$  C. Se debe cuidar que en el invierno la temperatura del banco óptico, leída en el termómetro analógico, no sea menor que  $-28^{\circ}$  C; en tal caso, las partes mecánicas del banco óptico tendrán dificultades para moverse.

# Capítulo 2

## Descripción del instrumento.

### 2.1. CAMILA-CAMALEÓN.

El uso más común de CAMILA-CAMALEÓN es como CAMARA DIRECTA usando las dos cámaras (f/13.5 y f/4.5). También puede usarse como ESPECTRÓGRAFO de mediana y baja resolución o puede instalarse un FABRY-PEROT de barrido.

El instrumento CAMILA-CAMALEÓN consiste de las siguientes componentes:

- Celda criogénica: detector y carrusel de filtros
- Espectrógrafo: banco óptico, colimador, cámaras f/13.5 y f/4.5, rejillas, rendijas/diafragmas, lámparas de comparación, Fabry-Perot, y Stop de Lyot
- Generador de señales para el manejo y lectura del detector
- Electrónica para la amplificación, muestreo y digitalización de las señales del detector
- Manejadores para los motores del sistema
- Sistema de adquisición: computadoras, tarjeta de adquisición y programas de control.

El detector está localizado dentro de una celda o botella criogénica de nitrógeno líquido ( $N_2 L$ ) a  $77^\circ$  K. El NICMOS 3 está montado en un plano ortogonal al eje del crióstato (*side looker*) sobre un circuito impreso que contiene elementos eléctricos para el filtrado y desacople requeridos para un desempeño de bajo ruido. Alrededor del detector rota un carrusel que contiene 12 filtros, controlado desde el exterior mediante un motor de pasos. Montada en la parte norte de CAMALEÓN se encuentra una tarjeta electrónica que contiene los circuitos electrónicos que interactúan directamente con el detector, y se localiza blindada dentro de una caja metálica (llamada

la mochila de Camila). Esta tarjeta contiene los circuitos de preamplificación y de conversión analógico-digital para cada uno de los 4 cuadrantes del detector y los de suministro de los potenciales de alimentación y referencia, así como los impulsores para acondicionar las señales digitales de control (entrada y salida). Para mayores detalles consulte la información en el artículo *Tarjeta interfaz para la adquisición de imágenes de la cámara infrarroja “CAMILA”* (Gutiérrez et al. 2002). Un microcontrolador emula un generador de señales que define los módulos de borrado, integración y lectura de las imágenes. Este generador y las fuentes de poder lineales (bajo ruido) se encuentran en un solo gabinete que se localiza en el costado oeste de CAMALEON. En este gabinete se encuentran también los circuitos que manejan los motores del sistema optomecánico. Las señales de los convertidores son transmitidas en modo diferencial desde la tarjeta electrónica hasta una interfaz con la computadora *camilapc*, que se encarga de almacenar y preprocesar los datos. La computadora *camilapc* recibe en serie los datos de los cuatro cuadrantes simultáneamente, los convierte en paralelo y los almacena temporalmente en memoria. De esta computadora se transfieren vía ethernet a la computadora del usuario.

La adquisición final de los datos y el control general de los instrumentos son realizados a través de la interfaz de usuario usando el sistema operativo **Linux** en la computadora *sonaja*. En el capítulo 3 se describe el uso de la interfaz de usuario. Dado que las observaciones infrarrojas requieren movimientos especiales del telescopio, la interfaz de usuario de CAMILA-CAMALEÓN controla el movimiento del telescopio a través de offsets directos a la consola.

## 2.2. Detector NICMOS 3

El detector de CAMILA-CAMALEÓN es un NICMOS 3 de HgCdTe, desarrollado por Rockwell Inc. en los Estados Unidos. El detector comenzó su operación en 1994 con alta calidad científica, siendo en su momento uno de los mejores contruídos por Rockwell. Las características generales del detector se muestran en la Tabla 2.1.

El detector está dividido en 4 cuadrantes de  $128 \times 128$  pixeles localizados de la siguiente manera: el cuadrante 1 abajo a la izquierda, el cuadrante 2 abajo a la derecha, el cuadrante 3 arriba a la derecha y el cuadrante 4 arriba a la izquierda.

Dado que la lectura del NICMOS 3 es en general no destructiva (detector tipo DRO  $\equiv$  Direct Readout) es posible leer en varias ocasiones la carga acumulada en cada pixel, incrementando así el rango dinámico del detector y mejorando la señal a ruido. Para lograr esto, es necesario tener control en tiempo real, suficiente memoria para efectuar interpolaciones lineales y gran rapidez de cálculo. La computadora *camilapc* está dedicada a realizar estas funciones. El orden de lectura es: los cuatro cuadrantes en paralelo (al mismo tiempo), comenzando de izquierda a derecha y de abajo hacia arriba. El tiempo de lectura por pixel es de  $\sim 27$  micro segundos.

Las imágenes adquiridas que tienen extensión **.b.fits** registran lo que se lee inmediatamente después de que el detector se borra. El tiempo de integración de estas imágenes es de aproximadamente 440 mili-segundos.

Respuesta espectral	1-2.5 $\mu\text{m}$
Formato	256 $\times$ 256 pixeles divididos en 4 cuadrantes
Tamaño del pixel	40 $\mu\text{m}$
Eficiencia cuántica	>70 % a $\lambda$ pico
Tipo de detector	HgCdTe, fotovoltaico
Temperatura de operación	60 a 80 °K
Capacidad máxima de carga	$3 \times 10^5 e^-$
Linealidad	90 % (0.1 % al 80 % de saturación)
Corriente oscura	$<800e^-/s$ a 77 °K; $<2e^-/s$ a 55 °K

TABLA 2.1: **Características del detector NICMOS 3.** Los datos de linealidad y corriente oscura corresponden a 1995.

### 2.3. Lista de filtros.

En la Tabla 2.2 se listan las características de los filtros montados actualmente en el carrusel: número de filtro, posición del motor de pasos, filtro, longitud de onda central ( $\lambda$ ) y ancho del filtro ( $\Delta\lambda$ ). En el Apéndice B se muestran las curvas de transmisión de los filtros.

El posicionamiento de los filtros dentro de la botella se puede hacer manualmente teniendo la precaución de desconectar antes el motor de pasos. En estas condiciones el movimiento se hace girando una perilla acoplada al motor en la platina del telescopio. El movimiento automático se hace desde la interfaz de usuario que envía instrucciones al microcontrolador. La rotación del carrusel la hace el motor de pasos a través de un eje de acero inoxidable que mueve un sinfin y una corona. El eje de acero atraviesa la botella por medio de un sello ferrofluídico, garantizando hermeticidad y libertad de movimiento.

#	POS	FILTRO	$\lambda$ $\mu\text{m}$	$\Delta\lambda$ $\mu\text{m}$
0	9998	Dark		1-2.5
1	100	HeI	1.083	0.006
2	206	Pa $\gamma$	1.093	0.010
3	308	$H_2 v = 2 - 1 S(1)$	2.249	0.024
4	412	J	1.275	0.282
5	518	H	1.672	0.274
6	623	[FeII]	1.645	0.016
7	726	K'	2.124	0.337
8	829	$H_2 v = 1 - 0 S(1)$	2.125	0.024
9	934	CO	2.297	0.024
10	1040	cK	2.260	0.060
11	1144	Br $\gamma$	2.165	0.022

TABLA 2.2: Lista de **FILTROS**.

## 2.4. Descripción del banco óptico y del camino del haz de luz a través del instrumento.

El banco óptico de CAMILA-CAMALEÓN se compone de diferentes partes ópticas, mecánicas y electrónicas que incluyen: dos cámaras (motorizadas), el colimador, carrito de lámparas de comparación (motorizado), rueda de rendijas y diafragmas (motorizada), mesa rotatoria de rejilla/espejo (motorizada). El banco óptico junto con el crióstato que contiene al detector NICMOS 3 más su electrónica de control constituyen a CAMILA-CAMALEON. En la Figura 2.1 se muestra una fotografía del interior del banco óptico CAMALEON.

Para matener el banco óptico de Camila a una temperatura entre  $-20^\circ$  y  $-27^\circ$  C (dependiendo de la época del año) se requiere de dos refrigeradores NESLAB que hacen circular alcohol refrigerante por un serpentín de cobre dentro del banco óptico. El haz del telescopio entra por una ventana de CaF que cuenta con un calefactor para impedir condensaciones; posteriormente, se dobla con dos espejos planos a  $45^\circ$  y hace foco en la posición en la que se encuentra la rueda de rendijas y diafragmas. En la Tabla 2.3 se listan las posiciones del motor de pasos que corresponden a las distintas opciones de la rueda de rendijas.

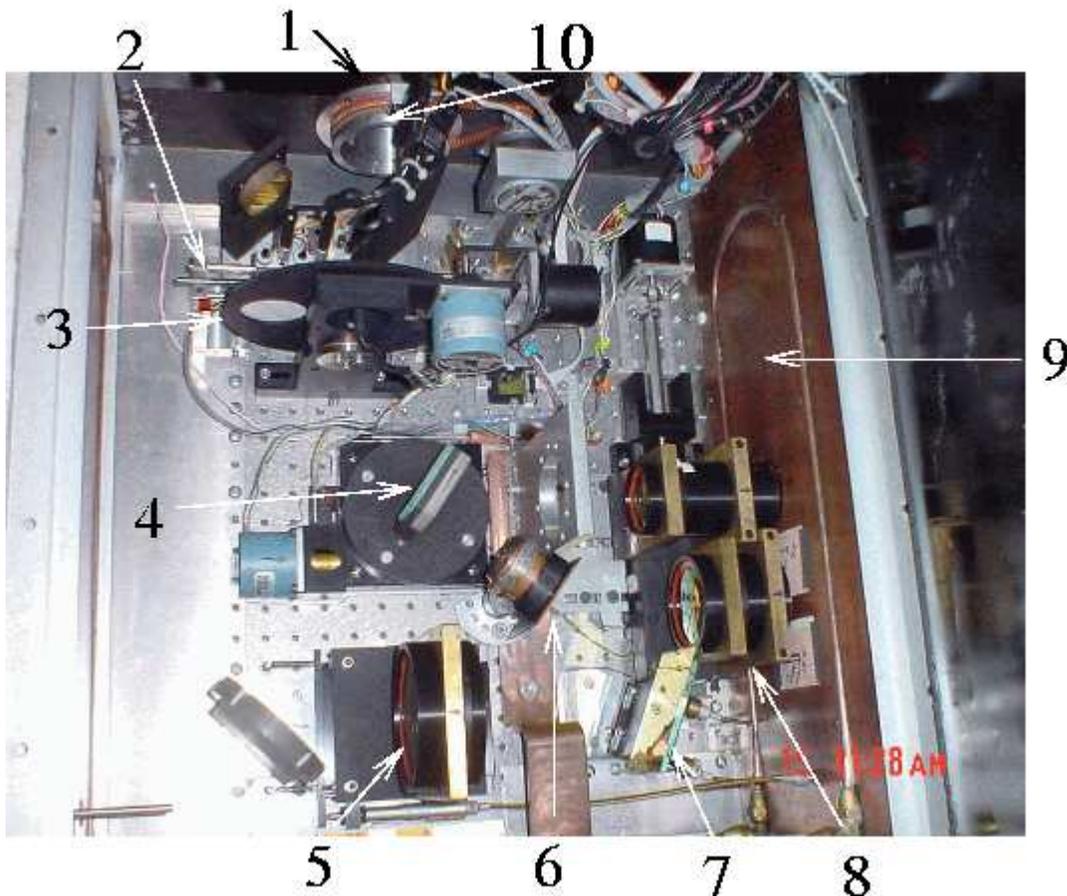


FIGURA 2.1: Componentes de CAMILA-CAMALEÓN en el interior del banco óptico. Se han indicado la ubicación de algunos elementos: entrada del haz del telescopio (1), carro de las lámparas (2), rueda de rendijas/diafragmas (3), espejo/rejilla (4), colimador (5), Stop de Lyot (6), espejo Tip/Tilt (7), carro de las cámaras (8), serpentín de cobre (9) y montura para instalar el polarímetro (10).

El espectrógrafo cuenta con dos rendijas largas (22") de ancho distinto (0.75" y 1.5"). La **Posición vacía** se usa para hacer imagen directa o para identificar el campo cuando se está haciendo espectroscopía. La **Apertura chica** se usa para verificar la alineación de las cámaras (ver sección 4.1).

POSICIÓN	RENDIJA O APERTURA
95	Posición vacía (imagen directa)
377	Rendija angosta ( $3\text{mm} \times 100 \mu\text{m} = 22'' \times 0.75''$ )
533	Rendija ancha ( $3\text{mm} \times 200 \mu\text{m} = 22'' \times 1.5''$ )
700	Apertura chica (5 mm)
944	Difusor
1195	Vacía
1362	Vacía
1528	Vacía

TABLA 2.3: RUEDA DE RENDIJAS Y APERTURAS.

Las lámparas de comparación están instaladas en un carrito que se desliza y obstruye el haz incidente para iluminar desde atrás la rueda de rendijas. La Tabla 2.4 lista las posiciones del motor de pasos que corresponden a las distintas opciones del carrito de lámparas. Se incluyen dos lámparas de Argón (por si alguna falla), una es de Argón puro y la otra es de Hg-Ar. Las figuras con líneas de identificación de la lámpara de Ar se muestran en la sección 6.4.

POSICIÓN	LÁMPARA
420	Hg-Ar
1115	Argón
1450	Planos 1
780	Planos 2
3000	Fuera

TABLA 2.4: RUEDA DE LÁMPARAS DE COMPARACIÓN.

Después de hacer foco el haz de luz se abre y se dobla en un espejo plano a  $45^\circ$  para incidir en el colimador. El colimador se puede desplazar para enfocar la rueda de rendijas mediante una perilla que se acciona manualmente desde el exterior del espectrógrafo (banco óptico). El haz colimado incide en un espejo TIP/TILT que es controlado manualmente mediante dos perillas de movimiento en X y Y. Para saber cómo funcionan las perillas lea la sección 4.1. Tales perillas se localizan en la parte inferior de la cara exterior del espectrógrafo que da al norte. La Figura 2.2 muestra una fotografía con un acercamiento a estas perillas para que pueda identificarlas.

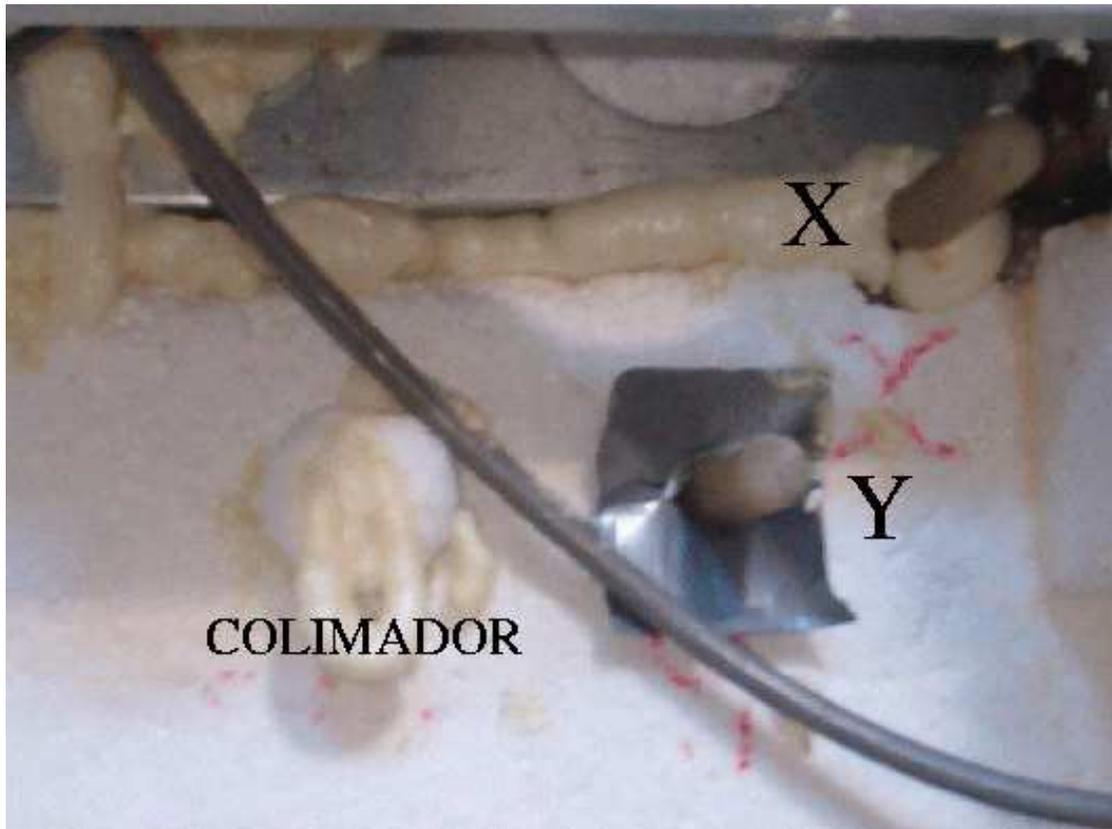


FIGURA 2.2: Esta fotografía muestra un acercamiento a las perillas para mover el espejo Tip/Tilt (X y Y) y el colimador, que se localizan en la parte inferior del costado del espectrógrafo que da al norte.

POSICIÓN	BANDA	INTERVALO APROX.	
		f/4.5	f/13.5
0	Espejo		
3601	Rejilla en orden 0		
3814-3867	Rejilla en j - 2		
3740-3770	Rejilla en h - 1	0.45 $\mu\text{m}$	0.15 $\mu\text{m}$
3792-3822	Rejilla en k - 1	0.39 $\mu\text{m}$	0.13 $\mu\text{m}$

TABLA 2.5: POSICIONES DE LA MESA GIRATORIA REJILLA/ESPEJO.

**NOTA:** Para ver longitudes de onda menores en una banda dada es necesario ir a números menores del motor de pasos. La escala de conversión es  $\approx 0.01 \mu\text{m}/\text{paso}$ .

El haz colimado cruza el stop de Lyot e incide sobre una mesita giratoria que presenta un espejo en la parte anterior para imagen directa y la rejilla de difracción en la parte posterior para espectroscopía. La Tabla 2.5 presenta el intervalo de las posiciones del motor de pasos que se pueden usar para obtener espectros en las bandas J, H y K'. Es importante notar que en el caso de la banda J se obtiene un espectro a segundo orden, lo que implica mayor resolución. Las columnas 3 y 4 en esta tabla, muestran el intervalo espectral aproximado que es posible cubrir usando las dos cámaras.

En este momento el haz de luz es dirigido a las cámaras f/13.5 ó f/4.5. La Tabla 2.6 lista las posiciones del motor de pasos que corresponden a cada cámara.

Finalmente, el haz de luz incide en la ventana del crióstato de CAMILA , cruza el filtro elegido y hace foco sobre el detector NICMOS 3.

POSICIÓN	CÁMARA	ESCALA DE PLACA	CAMPO
450	f/4.5	0.85"/pixel	3.63'×3.63'
11900	f/13.5	0.3"/pixel	1.28'×1.28'

TABLA 2.6: POSICIONES DE LAS CÁMARAS.

**NOTA:** NO ES RECOMENDABLE CAMBIAR DE CÁMARA DURANTE LA NOCHE, ya que los campos planos de cada cámara son muy diferentes, además se debe verificar la alineación de la óptica al hacer el cambio a la otra cámara (ver sección 4.1).

Si se va a usar el etalón Fabr-Perot, éste deberá instalarse sólo cuando el banco óptico de CAMILA-CAMALEÓN esté a temperatura ambiente. Es necesario aclarar que si se instala el etalón no podrá usarse la cámara f/13.5, pues es necesario quitarla para dejarle espacio al etalón. En tal caso, deberá quitarse también del banco óptico el *baffle* que se instala entre la mesa giratoria rejilla/espejo y el carro de las cámaras.

Finalmente, en la Figura 2.3 se muestra un diagrama esquemático del camino que sigue, dentro de CAMILA-CAMALEÓN, el haz de luz que proviene del telescopio.

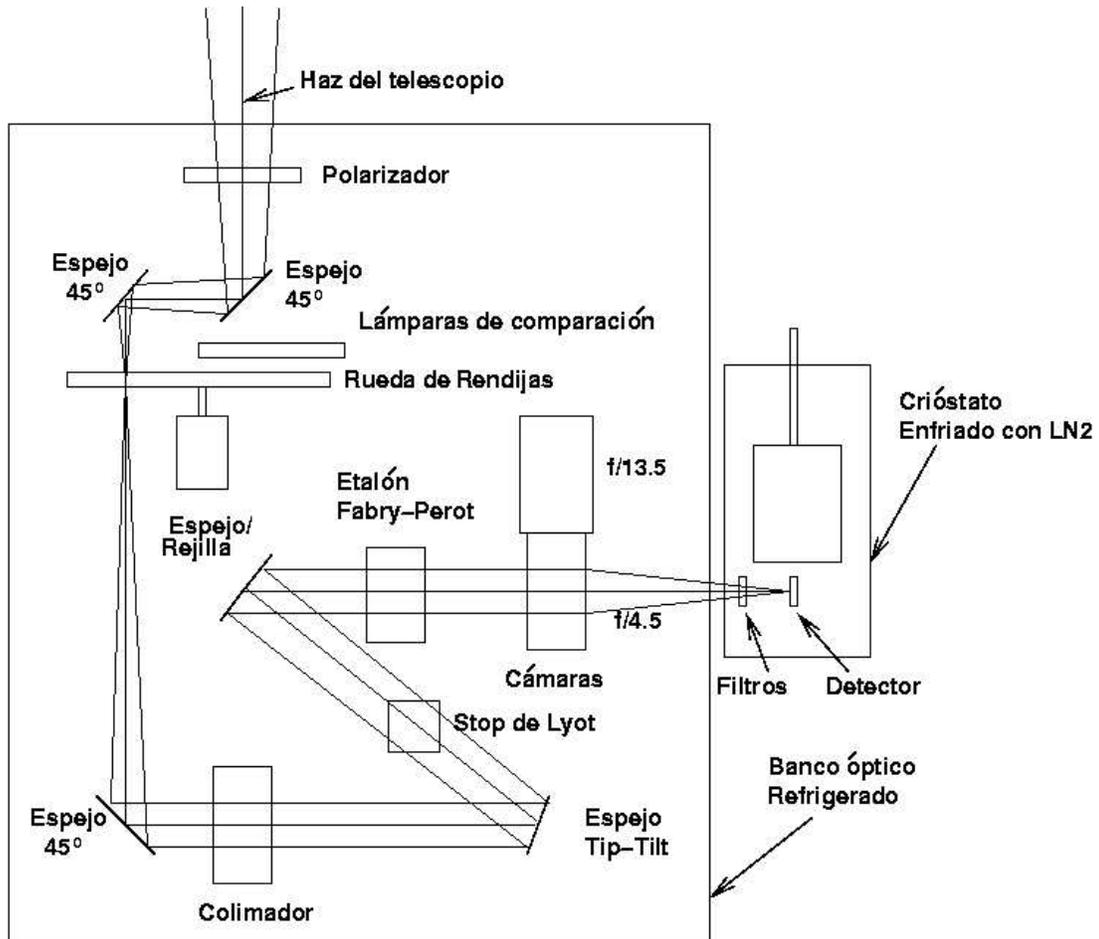


FIGURA 2.3: Diagrama esquemático del camino que sigue el haz del telescopio dentro de CAMILA-CAMAEÓN.



# Capítulo 3

## La interfaz de usuario de CAMILA-CAMALEON

La interfaz de usuario de CAMILA-CAMALEON funciona en ambiente LINUX y se habilita desde la computadora *sonaja*, que es parte de la red 0 en el telescopio de 2.1m. El programa para hacer funcionar la interfaz corre en esa misma computadora. El directorio común de trabajo es el directorio **imagenes** que comparten las computadoras *sonaja* y *alpha*, ambas en el cuarto de observación del telescopio de 2.1m. Al finalizar su temporada de observación no olvide respaldar sus imágenes (en disco CD y transferirlas a la computadora *haro* -IP:132.248.4.250-) y borrarlas de los subdirectorios donde las haya acumulado en la computadora *sonaja*.

CAMILA-CAMALEÓN ha sido diseñada para usarse con el secundario f/13.5 del telescopio de 2.1m. Si va a usar el guiador para buscar estrellas de guía y así vigilar el funcionamiento de las secuencias, tenga la precaución de elegir el secundario correcto.

No olvide consultar el capítulo 9 de **Posibles problemas y soluciones** en caso necesario.

### 3.1. Cómo iniciar la interfaz o programa de control.

El primer paso para usar la interfaz de usuario de CAMILA-CAMALEÓN es asegurarse de que el sistema electrónico asociado a este instrumento esté encendido y operando.

La computadora donde se usa la interfaz es *sonaja* (IP: 192.168.0.2). Si esta computadora no está en sesión ingrese como usuario **observa** (el password de esta cuenta se encuentra escrito en las hojas de información para los usuarios en el cuarto de observación). Si el sistema gráfico de la computadora no se activa automáticamente, teclee **startx**.

Presione el ícono **Instrumentos nivel 0** para acceder al menú de instrumentos,

allí encontrará, entre otros, dos íconos para acceder a la interfaz de control de Camila: uno identificado como **Camila** y el otro se identifica como **Camila+Guiador**. El ícono **Camila** activará el programa de control de Camila que no mueve al guiador con el fin de usar autoguiado. Este es el programa que se ha usado en el OAN hasta las modificaciones recientes para poder autoguiar con camila. El ícono **Camila+Guiador** activará el programa de camila que **sí** mueve al guiador (para más detalles vea la sección 3.2.1).

En caso de que no pueda acceder a la interfaz usando alguno de los íconos lea la sección 3.2.



FIGURA 3.1: Ventana con los parámetros de CAMILA. Puede accederse a esta ventana desde la ventana principal presionando el botón **Parámetros de Camila**.

Cuando se activa exitosamente la interfaz de CAMILA-CAMALEÓN aparecerá una pequeña ventana que dice “Instrumentación Ensenada 2002” e inmediatamente aparecerá una ventana que contiene los parámetros del instrumento. La Figura 3.1 muestra una reproducción de la ventana con los parámetros de CAMILA: tiempo muerto, tiempo de cuadro, nivel de saturación, offsets de los 4 cuadrantes, coeficientes de linealización, tiempo de retardo del telescopio y Fabry-Perot. Los parámetros que se presentan en esta ventana son los que se escribirán en los encabezados de las imágenes y pueden editarse en cualquier momento durante el uso de la interfaz de CAMILA. Si no va a cambiar los parámetros listados en la ventana presione el botón **Continuar** para dar paso a la ventana principal de la interfaz de usuario.

En el caso de que haya solicitado usar el Fabry-Perot será necesario marcar el botón correspondiente en la ventana de parámetros al inicio de la temporada, con

el fin tener acceso al movimiento de la separación entre las placas del etalón desde la interfaz de usuario (ver sección 3.3.6).

Si en el intento de abrir la interfaz después de unos segundos aparece una ventana con el mensaje: **No hay comunicación con la PC de Camila** llame al equipo técnico (astrónomo residente, ingeniero electrónico) quienes deberán verificar la comunicación de red.

Durante el proceso de apertura de la interfaz de usuario (usando los íconos o activando el programa desde una ventana de mandos), automáticamente se limpia a la computadora *sonaja* de todos los procesos asociados a la interfaz de usuario que previamente estén corriendo. Esto tiene la finalidad de asegurar que no se tienen dos programas de control activados al mismo tiempo.

## 3.2. Cómo iniciar la interfaz de usuario desde una ventana de comandos.

En caso de que no pueda acceder a la interfaz con los íconos del menú **Instrumentos nivel 0**, desde cualquier ventana de comandos escriba la instrucción que corresponde a su preferencia:

- si **no** requiere que el programa de Camila mueva automáticamente el espejo del guiador, al hacer offsets del telescopio, escriba:

```
/usr/local/camila/ncami &
```

- si requiere autoguiar sobre la posición que corresponde a sus objetos, esta opción hará que el programa de camila mueva automáticamente el espejo del guiador al hacer offsets (para detalles vea la sección 3.2.1):

```
/usr/local/camila/ncami CON_GUIADOR &
```

Cualquiera de estas instrucciones abrirá la interfaz de usuario, tal y como se describe en la sección 3.1, comenzando con la ventana de parámetros de Camila. El programa que se activa con ambas opciones es el mismo, la diferencia es el uso del parámetro **CON\_GUIADOR** que hace el movimiento automático del espejo del guiador cada vez que se hace un offset desde una secuencia de control. Las secuencias se usan por igual (sin ninguna modificación extra) con las dos opciones para acceder a la interfaz de usuario.

En la ventana de comandos desde la que se activó la interfaz se irán listando automáticamente los comandos que Camila va ejecutando cada vez que se pide a la interfaz realizar cualquier tarea. El usar este modo para iniciar la interfaz puede ser útil para monitorear lo que va haciendo Camila en tiempo real.

Para distinguir cuál de los dos programas está activado, verifique si hay un asterisco enfrente del nombre de la interfaz de usuario, que se localiza en la parte superior de la ventana principal: **CAMILA-CAMALEON IAUNAM\***. Si este es el caso, está corriendo el programa que mueve al guiador. Si no hay tal asterisco el programa que está activado no moverá al guiador. Para detalles del movimiento automático del guiador con Camila lea la siguiente sección.

### 3.2.1. Camila y el Guiador Tijuano: autoguiando.

La opción de autoguiado con Camila está en fase experimental. Sea paciente o use la versión sin hacer movimientos automáticos del espejo del guiador. Verifique que el Guiador Tijuano está en operación: que la interfaz del Guiador esta funcionando y que se ha “alineado” el guiador con Camila. Para este procedimiento revise cómo centrar el guiador con un instrumento, en el Manual de Usuario del Guiador Tijuano.

Con el nuevo guiador para el telescopio de 2.1m (Guiador Tijuano) es posible autoguiar con Camila bajo ciertas condiciones. Si se usa el programa **ncami** con el parámetro **CON\_GUIADOR**, el espejo del guiador se moverá automáticamente en la dirección contraria del movimiento del telescopio, cada vez que se ejecuta un offset desde una secuencia de control. De esta manera la estrella de guía en la pantalla del guiador parece no moverse, por lo que si se está autoguiando, el proceso de autoguiado “no se entera” de que hubo un cambio en la posición del telescopio. Si se usa esta modalidad del programa **ncami** es muy importante verificar que el paso de offset en AR y DEC del movimiento del espejo del guiador sea de 10". Para verificarlo revise cuál es el valor de este parámetro en **la interfaz del guiador**. Deberá usar el menú que se obtiene en la ventana de control del guiador:

**Guiador Motores → Acciones → Configura → Incremento AR y DEC.** Verifique también que en las secuencias que mueven al telescopio con **ofs**, los incrementos en AR y DEC sean múltiplos de 10.

En caso de que los offsets deseados sean muy grandes ( $>300''$ ) es posible que la estrella de guía ya no caiga en el campo del guiador. En este caso no es recomendable usar el programa con movimiento del guiador.

Se puede intercambiar entre las dos opciones del programa de control de Camila en cualquier momento de la noche. Para hacerlo primero deberá salir de la interfaz de usuario, elija el ícono que prefiera (**Camila** ó **Camila+Guiador**) o active el programa desde una ventana comandos (como se describe en la sección 3.2), lo cual abrirá la interfaz de usuario.

### 3.3. La interfaz de usuario o ventana principal.

Aunque la interfaz de CAMILA-CAMALEÓN o ventana principal es autoexplicativa haremos una descripción de los elementos que la componen. La figura 3.2 muestra una reproducción de la ventana principal.

En la parte superior de la ventana principal se encuentran los botones para cambiar la posición de los diferentes elementos que componen el banco óptico de CAMILA/CAMALEON: lámparas, rendijas, posición de la rejilla, cámaras, Fabry-Perot y filtros. Debajo de cada botón hay una pequeña ventana que indica la posición del motor de pasos correspondiente y un poco más abajo se puede leer el nombre asociado esa posición del motor.

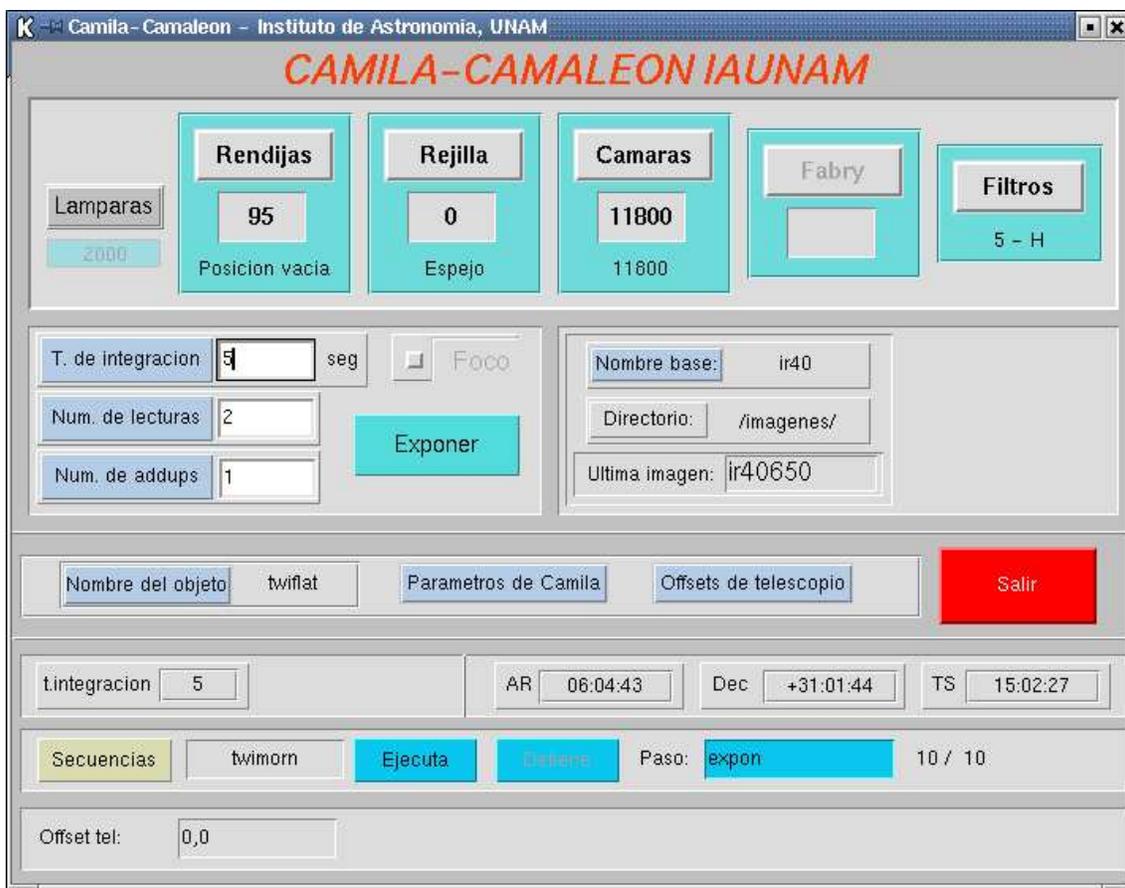


FIGURA 3.2: **Ventana principal de CAMILA.** En este ejemplo el Fabry-Perot no está en uso por lo cual el botón correspondiente está deshabilitado. Note también que no hay un asterisco frente al nombre de la ventana, lo cual indica que para este ejemplo se activó el programa de Camila que **no** mueve al guiador (ver texto).

Cada vez que se abra la interfaz de usuario el programa verificará las posiciones de los motores de las ruedas y los carritos en el banco óptico de CAMILA-CAMALEON. Estos valores se leerán en las ventanas bajo cada botón (lámparas, rendijas, cámaras, etc). Si está comenzando una temporada de observación conviene inicializar todas la ruedas y los carritos para asegurar que se estarán usando las posiciones correctas (ver sección 3.3.3).

Para encender una lámpara previamente seleccionada, deberá activarse con el ratón el recuadro que se encuentra justo abajo del botón de lámparas. El botón del Fabry-Perot sólo estará habilitado si se ha indicado la presencia del mismo en la ventana de configuración (ver sección 3.1).

En la parte central del lado izquierdo de la interfaz se localizan los campos para cambiar el tiempo de integración (en segundos), el número de lecturas y el número de cosumas (**naddups**) de la imagen. Los campos de estos parámetros no aceptan caracteres no numéricos: en caso de que por error se escriban caracteres inválidos o se dejen los campos vacíos aparecerá un mensaje de error indicando cuál puede ser el problema. La ventana de edición del tiempo de integración no permite tiempos de integración menores a un segundo si se usan dos lecturas, para exponer 0.52 segundos, que es el mínimo tiempo de integración, se debe usar una lectura.

Al centro de la ventana principal está el botón **Foco** para habilitar integraciones sucesivas y el botón **Exponer** (ver sección 5.7). Cuando se active el botón exponer aparecerá una nueva ventana con el despliegue de la imagen que se ha adquirido. La descripción de esta ventana se hace en la siguiente sección.

Al centro y a la derecha en la ventana principal, se encuentra el botón **Nombre base** que habilita una ventana para cambiar el prefijo que se usará para definir los nombres de los archivos de las imágenes. Escriba el nombre y para activarlo presione la tecla **ENTER** con lo cual la ventana de edición desaparecerá. No es válido usar espacios o el guión en este campo, sin embargo el guión bajo sí es un caracter válido. Hay también una indicación del directorio donde se escriben las imágenes (ver sección 3.3.5) y el nombre de la última imagen que fue escrita (prefijo+número consecutivo). Más abajo está el botón **Nombre del objeto** que abre una ventana para cambiar el nombre del objeto que se escribirá en los encabezados de las imágenes. Edite el nombre de su objeto y para activarlo presione la tecla **ENTER** y la ventana de edición desaparecerá. No es válido usar espacios o un guión al llenar este campo, sin embargo el guión bajo sí es un caracter válido. El botón **Parámetros de Camila** abre la ventana con los parámetros en uso de Camila (ver sección 3.1). El botón **Offsets de telescopio** abre una ventana pequeña desde la cual se puede mover el telescopio con offsets en AR y DEC (en segundos de arco usando la misma convención que para las secuencias, ver sección 5.9). En seguida está la ventana que indica el tiempo de integración total (en segundos) que se obtiene de la multiplicación del tiempo de integración y el número de **addups** elegidos. Este

tiempo se visualizará una vez que se ha presionado el botón **Exponer** o que se ha ejecutado una secuencia. Se muestran también las coordenadas del telescopio (AR y Dec) y el tiempo sideral. Más abajo está el botón para elegir las secuencias (ver sección 3.3.4), el botón **Ejecuta** y **Detiene** para activar la secuencia elegida o detener una secuencia en proceso, respectivamente. Está también la ventana que indica el **Paso** de la secuencia que se está realizando y el contador de exposiciones **en turno** y **total** que se realizarán en la secuencia ejecutada. Para usar el menú de secuencias es importante verificar que el archivo **secuencias** existe en el directorio **imagenes** (ver sección 3.3.4). En la parte inferior de la ventana principal está la ventana que indica en qué posición de offset está el telescopio que cambiará a medida que ejecute los offsets solicitados en una secuencia.

Finalmente, el botón rojo con la leyenda **Salir** se debe usar para salir de la interfaz de usuario.

El tiempo sideral que se despliega en la ventana principal se calcula usando el tiempo local de la computadora *sonaja*. Este es el tiempo sideral que quedará registrado en los encabezados de las imágenes. Si sospecha que el tiempo sideral de la interfaz es erróneo, verifique que la hora local y la fecha de la computadora *sonaja* sea correcta.

### 3.3.1. La ventana de visualización de las imágenes adquiridas.

La figura 3.3 muestra la ventana de visualización de imágenes de la interfaz de usuario. En la parte derecha de esta ventana hay 5 botones: **U.Th +**, **U.Th -**, **L.Th +** y **L.Th -** sirven para cambiar el contraste de visualización de la imagen adquirida, mientras que el botón **Palette** permite cambiar el color de despliegue. En la parte superior de la ventana está el botón **Cerrar**, que, como su nombre lo indica, sirve para cerrar esta ventana. Si esta ventana se cierra, se abrirá nuevamente cuando se genere una nueva imagen usando el botón **Exponer** o ejecutando una secuencia.

Generalmente los valores de despliegue que se ejecutan por omisión al abrir la ventana de visualización, son adecuados para ver las imágenes. Si para sus observaciones no le parecen adecuados puede cambiar el contraste presionando los botones **U.Th +**, **U.Th -**, **L.Th +** y **L.Th -**; el proceso puede ser un poco lento. Otra posibilidad es visualizar sus imágenes usando IRAF: puede generar la ventana de comandos de IRAF y una ventana DS9 usando el ícono **IRAF+DS9** en el menú **Paquetes de Astronomía** en los *desktop* de las computadoras *sonaja* y *alpha*.

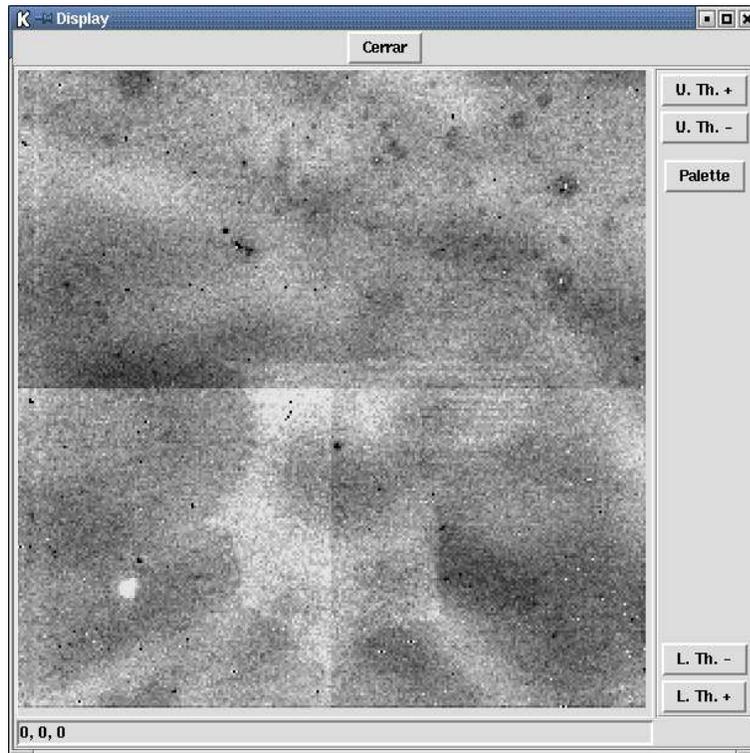


FIGURA 3.3: Ventana de visualización de imágenes de la interfaz de usuario. La orientación respecto del cielo es **Norte arriba** y **Este a la derecha**.

### 3.3.2. Cómo mover los filtros, rendijas, cámaras, etc.

Para cambiar entre las opciones de cualquiera de los elementos del banco óptico de CAMILA-CAMALEÓN presione sobre el botón correspondiente y aparecerá un menú con las opciones disponibles, una pequeña ventana de edición y un botón **Mover**. Una reproducción de los menús que se obtienen con los botones de lámparas, rendijas, rejillas y cámaras se muestran en la Figura 3.4.

Cuando se activa el menú de cualquier elemento, el resto de los botones de la ventana principal de la interfaz serán deshabilitados. Al seleccionar alguna de las opciones disponibles en el menú automáticamente se leerá en la ventana de edición la posición del motor definida por omisión para la opción seleccionada. Para mover a la opción seleccionada presione el botón **Mover**, aparecerá una ventana que dice: *Favor de esperar...* Después de unos cuantos segundos, cuando haya desaparecido esa ventana, el motor en cuestión habrá llegado a la posición solicitada. Entonces, debajo del botón se podrá leer el número de pasos de motor al que llegó y un poco más abajo el nombre de la posición que se ha elegido. En este momento todos los

botones de la interfaz nuevamente serán habilitados. La rapidez de movimiento de los diferentes motores varía, siendo el movimiento de las cámaras el que tarda más tiempo en realizarse (unos 5 minutos).

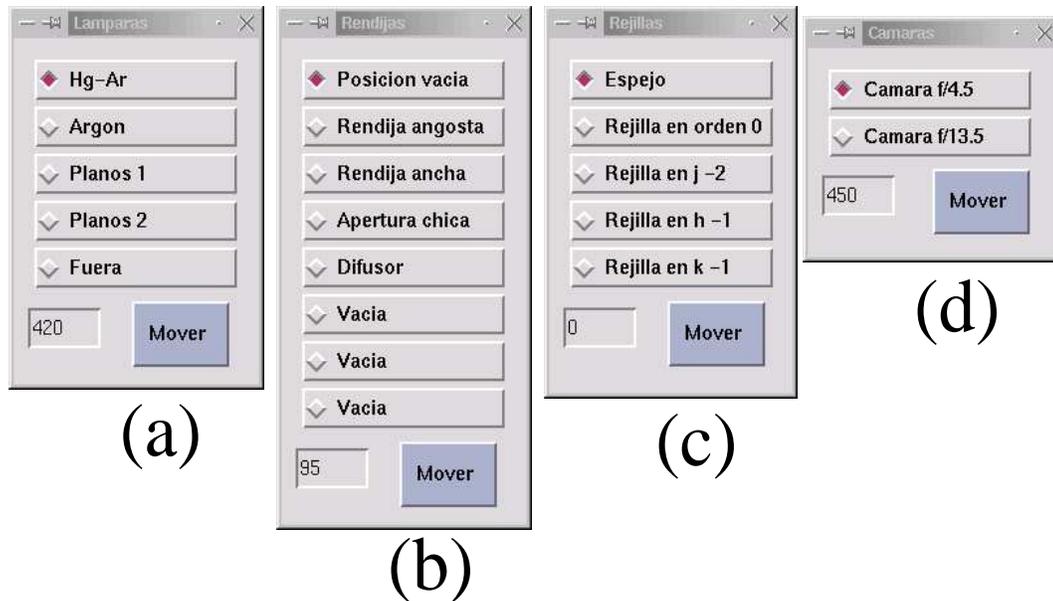


FIGURA 3.4: Reproducciones de los menús que se obtienen al presionar los botones de las lámparas (a), rendijas (b), rejillas (c) y cámaras (d), mostrando las diferentes opciones que se pueden elegir.

En caso de que requiera usar una posición del motor de pasos intermedia o diferente a la posición por omisión, escriba el número en la ventana de edición y presione el botón **Mover**. Cuando haya desaparecido la ventana con la leyenda *Favor de esperar...*, en el botón se leerá el paso del motor al que llegó y también abajo en el lugar donde se registra el nombre de la posición. La acción de mover a valores distintos de los definidos en el menú puede ser necesaria si se requiere alinear la cámara o la rueda de rendijas con el fin de evitar viñeteos (ver sección 4.1).

En el caso del menú para cambiar los filtros -botón **Filtros**-, no es posible (ni deseable) mover a una posición intermedia entre filtros desde el menú. Si nota que hay una sombra en el lado derecho o izquierdo del detector pida al asistente que revise si la posición del filtro es correcta. Se debe verificar que el dial de los filtros en CAMALEÓN coincide con el valor listado en la tabla 2.2 para filtro que se ha seleccionado.

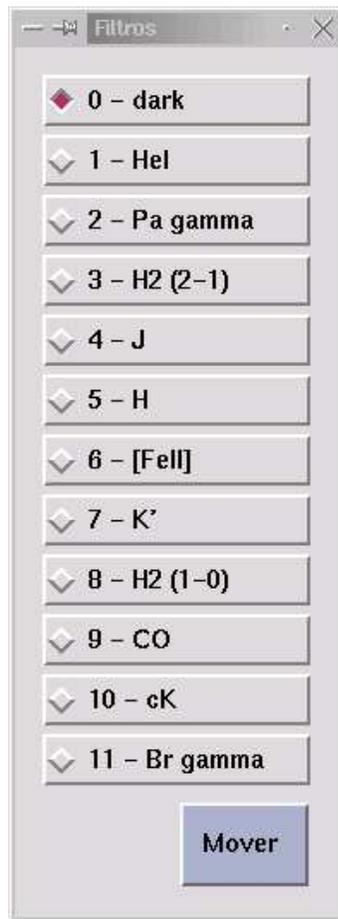


FIGURA 3.5: Menú de filtros disponible al presionar el botón **Filtros** en la interfaz de usuario.

### 3.3.3. Cómo inicializar los elementos motorizados.

Es conveniente al inicio de su temporada asegurarse de que los elementos ópticos de CAMILA-CAMALEÓN están en las posiciones de motor de pasos correctas, para lo cual se deben inicializar los diferentes elementos motorizados. En caso de alguna interrupción de la energía eléctrica, o cuando se tiene que apagar y encender el controlador de Camila, será necesario inicializar todos los elementos del banco óptico.

#### Cómo inicializar las lámparas, rendijas, cámaras y rejillas.

Las lámparas, las rendijas, la rejilla y las cámaras se inicializan presionando simultáneamente las teclas **Ctrl** y **Shift** y, sin soltarlas, presione con el ratón el botón correspondiente del elemento que se desea inicializar. Al tomar esta acción aparecerá una ventana amarilla con la pregunta **¿Deseas inicializar?** y los botones

Si y No (ver figura 3.6). Al presionar sobre el botón **Si** aparecerá una ventana que indica que espere mientras se realiza la acción solicitada. Una vez que desaparece esa ventana la posición de motor que se despliega justo debajo del botón inicializado deberá ser cero. Si no está en 0 deberá repetir el procedimiento de inicializar. Una vez que se ha inicializado exitosamente ya se puede elegir alguna posición entre las opciones que se ofrecen el menú correspondiente. El tiempo que se lleva inicializar los diferentes motores varía, siendo la inicialización de las cámaras la que tarda más en realizarse (unos 5 minutos).

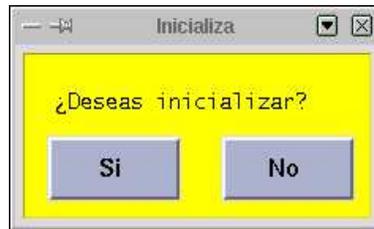


FIGURA 3.6: Ventana que se obtiene al presionar la combinación de teclas y botones para inicializar las lámparas, rendijas, rejillas y cámaras.

En la posición 0 las lámparas obstruyen el paso de la luz por lo que, después de inicializarlas, se deberá poner atención en moverlas a la posición **Fuera** si no se van a usar. Por su parte la posición 0 de las rendijas viñetea el campo si se quiere hacer imagen directa, en este caso cuide que la posición de la rendija sea la **Posición vacía** (que equivale a posición 95). La posición 0 de las rejillas corresponde a la posición de **Espejo**. Mientras que, la posición 0 de las cámaras no corresponde a ninguna de ellas por lo que deberá elegir la de su preferencia en el menú correspondiente y cuidar que quede alineada (ver sección 4.1).

Las lámparas, rendijas, rejilla y cámaras se podrán inicializar en cualquier momento, sólo recuerde que si lo hace a mitad de una noche de observación los campos planos obtenidos al inicio de la noche no necesariamente corresponderán a la nueva configuración de los elementos del banco óptico de Camila.

### Cómo inicializar la rueda de Filtros.

Para inicializar la rueda de filtros será necesaria la ayuda de otra persona (por ejemplo, el asistente de cúpula). Usando el botón **Filtros** en la interfaz coloque la rueda de filtros en el filtro **0 - dark** y pida al asistente que verifique, en la platina, que la carátula de la perilla acoplada al motor de la rueda de filtros indica la posición **9998**. En caso contrario pida al asistente que desconecte el motor y mueva manualmente la perilla hasta colocarla en 9998. Una vez que reconecte el motor, la rueda de filtros estará inicializada.

### 3.3.4. Ventana y archivo de secuencias.

Es importante verificar que el archivo de secuencias, cuyo nombre es **secuencias**, existe en el directorio **imagenes**. En caso necesario puede encontrar una copia de este archivo en el directorio **/usr/local/camila**. Para editar este archivo puede usar el editor de texto de su preferencia (emacs, vi, kedit, etc.). Cuando edite una nueva secuencia asegúrese de verificar que la sintaxis es correcta y que el diseño de los movimientos del telescopio con **ofs** es correcto. El archivo **secuencias** contiene secuencias útiles para usar CAMILA-CAMALEÓN en los tres modos de operación: imagen directa, espectrógrafo y con el etalón Fabry-Perot.

La Figura 3.7 muestra la ventana que aparece cuando se presiona el botón **Secuencias** en la ventana principal. En el recuadro izquierdo se listarán todas las secuencias existentes en el archivo **secuencias**. Al marcar una de las opciones de la lista (usando el botón izquierdo del ratón) en el recuadro derecho se visualizará la lista de comandos que define la secuencia elegida. Finalmente, presione el botón **Selecciona**; entonces, la ventana de secuencias desaparecerá y el nombre de la secuencia elegida se podrá leer en el recuadro frente al botón **Secuencias** en la interfaz de usuario.

Para ejecutar la secuencia deberá presionar el botón **Ejecuta**. Una secuencia podrá interrumpirse siempre y cuando el botón **Detiene** este habilitado. Para información sobre el diseño de nuevas secuencias vea la sección 5.9.



FIGURA 3.7: Ventana para elegir secuencias. Al elegir una opción de la lista en el recuadro izquierdo, en el recuadro derecho se visualizará la lista de comandos que define la secuencia elegida.

### 3.3.5. Ubicación de las imágenes adquiridas.

Las imágenes generadas con la interfaz de CAMILA-CAMALEÓN se generan en formato FITS y siempre se escriben en el directorio **imagenes**, que es accesible por

igual desde las computadoras *sonaja* (IP: 192.168.0.2) o *alpha* (IP: 192.168.1.1). El programa de Camila al escribir las imágenes las numera consecutivamente con tres dígitos, anteponiéndoles el prefijo definido con el botón **Nombre base**. Por ejemplo, si el prefijo es *imagen* el nombre de la primera imagen **.d** será **imagen001.d.fits**. El número total de imágenes que se pueden hacer con el mismo prefijo es 999. Al usar diferentes número de lecturas se generarán otras imágenes con extensión distinta, esto se describe en la sección 5.8.3.

### 3.3.6. El etalón Fabry-Perot.

Si va a usar el Fabry-Perot de barrido verifique que ha sido instalado el etalón en el banco óptico de CAMILA-CAMALEON; para ello pregunte al personal técnico. Al abrir la interfaz de usuario de CAMILA-CAMALEÓN asegúrese de activar el botón **Fabry-Perot** en la ventana de parámetros de camila (ver Figura 3.1).

La Figura 3.8 muestra el menú de de opciones que se obtiene al activar el botón Fabry-Perot en la interfaz de usuario. Los botones **Abre lazo** y **Cierra lazo** abren y cierran, respectivamente, el lazo de control de posición del etalón Fabry-Perot. En la ventana de edición **Offset Z** se puede mover el etalón a la posición que se desea. El movimiento del etalón se puede incluir dentro de las secuencias usando el comando **fp XXX**, donde XXX es el valor de la posición del etalón que se desea.

En el capítulo 7 se describe el uso del etalón Fabry Perot.



FIGURA 3.8: Menú de opciones al activar el botón Fabry-Perot en la interfaz de usuario.



# Capítulo 4

## Procedimientos de alineación y enfoque del colimador.

### 4.1. Cambio de cámaras y alineación

Al solicitar en la interfaz de usuario el cambio de una cámara a otra (ver sección 3.3.2) será necesario esperar alrededor de 5 minutos y enseguida verificar la alineación de la óptica obtenida. Es importante mencionar que las condiciones de iluminación cambian con cada razón focal, por lo que los campos planos obtenidos con cada cámara son muy distintos. Por lo anterior, **NO ES RECOMENDABLE CAMBIAR DE CÁMARA DURANTE UNA NOCHE DE OBSERVACIÓN**. Si requiere cambiar de cámara realice el proceso por la tarde.

La alineación de los elementos ópticos de CAMILA-CAMALEÓN es un proceso delicado que debe ser realizado por el astrónomo y el óptico responsables del instrumento en el OAN (Luis Salas y Esteban Luna). Parte de este proceso se hace con el espectrógrafo caliente y la última parte ya en frío. El observador debería encontrar el sistema óptico bien alineado, a menos que algún observador anterior modifique la alineación. Si al inicio de su temporada o después de un cambio de cámara nota viñeteo sobre el detector o falta de alineación siguiendo el procedimiento descrito en la siguiente sección puede modificar la posición de los motores de pasos de la cámara, la rueda de rendijas, la rueda de rejillas o las lámparas.

#### 4.1.1. Procedimiento para verificar la alineación.

El procedimiento para verificar la alineación de los elementos ópticos es el siguiente:

1. El banco óptico del espectrógrafo deberá estar frío, ya que los cambios de caliente a frío provocan contracciones que pueden hacer variar la alineación.

2. Verifique que las posiciones de los motores de pasos que se leen debajo de los botones de los elementos ópticos en la ventana principal de la interfaz de usuario, son los adecuados.
3. Antes de mover cualquier elemento en orden de alinear, verifique la posición actual de la cámara. Para esto, en el menú de la rueda de rendijas seleccione la **Apertura chica** (ver sección 3.3.2 y Tabla 2.3). Coloque la rueda de rejillas en la posición **Espejo**. Coloque la rueda de filtros en el filtro **7 - K'**. Active el botón **Foco**, escriba 1 seg. en la ventana del tiempo de integración, 2 lecturas y un addup. Inicie exposiciones sucesivas presionando el botón **Expone**. Deberá observar un círculo iluminado en el centro del detector. El tamaño del círculo depende de la cámara en uso:  $\sim 40$  pixeles con la cámara f/4.5 y  $\sim 128$  pixeles con la cámara f/13.5 (ver Figura 4.1).
4. Si el círculo no estuviera bien centrado en la dirección Norte-Sur (arriba-abajo, en la ventana de despliegue de la imagen de la interfaz de usuario) verifique la posición de la cámara. Proceda a mover la posición de la cámara en pasos de 5 en 5 unidades. Para hacerlo primero deberá detener las exposiciones consecutivas presionado el botón **Cancelar**. Luego, en la ventana de edición del menú para mover las cámaras, escriba un valor 5 unidades mayor si la imagen del círculo está por debajo del centro; o 5 unidades menor si la imagen del círculo está por arriba del centro. Para verificar la nueva posición de la cámara deberá activar las exposiciones consecutivas. Siga moviendo la posición de la cámara hasta que la imagen del círculo quede centrada.
5. Si el círculo no estuviera bien centrado en la dirección Este-Oeste (izquierda-derecha, en la ventana de despliegue de la imagen de la interfaz de usuario) verifique la posición de la rueda de rendijas. Si la posición por omisión para la **Apertura chica** es correcta (posición 700), proceda a mover la posición de la rueda de rendijas (usando la ventana de edición del menú correspondiente) en pasos de 1 en 1 unidades. Si la cantidad que necesita mover la rueda de las rendijas es mayor que 5 unidades inicialice la rueda de rendijas (ver sección 3.3.3) y verifique nuevamente la posición de la imagen del círculo de la **Apertura chica** con exposiciones consecutivas. En la figura 4.1 se muestra cómo luce la imagen de la apertura chica cuando está centrada.
6. **NO ES CONVENIENTE MOVER EL ESPEJO TIP/TILT.** Ya no es válido mover las perillas para mover el espejo Tip/Tilt para centrar la **Apertura chica**. Esto es así porque existe un Stop de Lyot entre el espejo Tip/Tilt y el espejo/rejilla rotatorio, con el fin de disminuir la radiación de fondo en la banda K. **Cualquier movimiento del espejo Tip/Tilt puede ocasionar un incremento en el nivel de conteos de fondo (background), o lo**

**que es peor, puede desalinear la óptica del espectrógrafo y producir viñeteo.**

7. El único caso en que el observador puede mover el espejo Tip/Tilt es si, debido a una falla electrónica, el detector pierde un cuadrante (al leer el detector un cuadrante completo no tiene conteos). El espejo Tip/Tilt tiene dos perillas manuales marcadas como X y Y que se localizan en la parte inferior de la cara norte del banco óptico de CAMILA-CAMALEÓN (ver Figura 2.2). Al mover la perilla X en el sentido de las manecillas del reloj la imagen de la **Apertura chica** se moverá hacia la derecha de la ventana de visualización de la imagen. Mientras que si se mueve esta perilla en la dirección contraria al movimiento de las manecillas del reloj la **Apertura chica** se moverá hacia la izquierda de la ventana de visualización. Las perillas de movimiento no tienen referencias y mover aproximadamente 1/2 vuelta la perilla X corresponderá a mover la **Apertura chica** una distancia equivalente a 1/2 del detector. La perilla marcada como Y mueve la imagen de la **Apertura chica** hacia arriba o abajo, respecto de la ventana de despliegue de la imagen. Si se mueve en el sentido de las manecillas del reloj la imagen de la **Apertura chica** se moverá hacia abajo, mientras que en la dirección contraria a las manecillas del reloj se moverá hacia arriba. Nótese que este mismo movimiento (arriba-abajo) se obtiene moviendo la posición de la cámara (ver punto 4). Si **Apertura chica** está más o menos centrada cuando se está en el punto 3, es preferible acercarla al centro moviendo la posición de la cámara (en vez de mover el espejo Tip/Tilt).

**Si el observador tuvo que mover el espejo Tip/Tilt repórtelo al equipo técnico (astrónomo residente, ingeniero electrónico o mecánico de precisión) y menciónelo en su *Reporte de fin de temporada*.** Esto es de suma importancia porque será necesario verificar la alineación del espectrógrafo cuando esté caliente.

8. Si va a usar la cámara f/13.5 es recomendable alinear primero la cámara f/4.5. Una vez que se ha alineado esta cámara, mueva a la cámara f/13.5. Si no detecta la imagen de la **Apertura chica** mueva la posición del motor de pasos de la cámara hacia valores menores de 11900 en pasos de 10 en 10 unidades usando la ventana de edición correspondiente. Recuerde que el cambio entre una cámara y la otra se lleva unos 5 minutos.

Si se va a usar CAMILA-CAMALEÓN para hacer espectroscopía, es necesario revisar el procedimiento para enfocar el colimador que se describe en la siguiente sección. Se recomienda realizar ese procedimiento cuidando NO DAÑAR el instrumento.

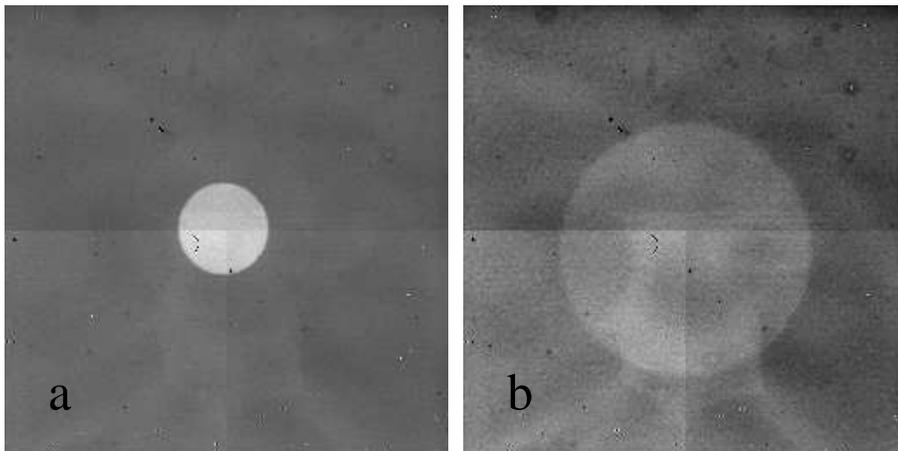


FIGURA 4.1: Imagen de la **Apertura chica** centrada en las cámaras  $f/4.5$  (a) y  $f/13.5$  (b).

## 4.2. Enfoque del colimador

Para hacer espectroscopía con CAMILA-CAMALEÓN es necesario que la imagen de la rendija esté enfocada. Esto se logra desplazando el colimador hasta que la imagen de la rendija en el detector tenga el ancho mínimo posible y esté bien definida (nítida). Consulte la Tabla 2.3 para tener en cuenta el ancho de las rendijas y la escala de placa correspondiente. El proceso de enfoque se hace como sigue:

1. Mueva la rueda de rendijas/diafragmas (botón **Rendijas**) a la rendija que quiera usar (**Rendija ancha** o **Rendija angosta**).
2. La rendija debe iluminarse para poder visualizarla. Hay dos opciones para conseguir esto:
  - La radiación difusa de cúpula detectada por el filtro  $K'$  (**7 - K'**) puede ser suficiente para iluminar la rendija. Coloque la rueda de filtros en el filtro **7 - K'**. Active el botón **Foco**, escriba 1 seg de tiempo de integración, 2 lecturas y un addup. Inicie exposiciones sucesivas presionando el botón **Expone**. Si no puede ver la imagen de la rendija, esto podría deberse a estar muy fuera de foco. En este caso use la siguiente opción de iluminación de la rendija.
  - Se puede iluminar la rendija usando una de las lámparas de comparación. Usando el menú correspondiente seleccione alguna de las 4 lámparas disponibles (Hg-Ar, Ar, Planos 1 y Planos2). Encienda la lámpara seleccionada activando con el ratón el recuadro que se encuentra justo abajo

del botón de lámparas. Una vez que haya terminado el proceso de enfoque de la rendija apague la lámpara. **ES IMPORTANTE NO DEJAR ENCENDIDA LA LÁMPARA MUCHO TIEMPO.**

3. Una vez iluminada la rendija verifique que la imagen se encuentra centrada y horizontal sobre el detector. Si cualquiera de estas cosas no se cumple siga los siguientes pasos:
  - Si la rendija no está horizontal se debe a que la rueda de rendijas no está bien referida al origen. Proceda a inicializar la rueda de rendijas (presione simultáneamente las teclas **Ctrl** y **Shift** y sin soltarlas presione el botón **Rendijas**). Mueva nuevamente la rueda seleccionando la rendija que va a usar (**Rendija ancha** o **Rendija angosta**).
  - Si después de los movimientos anteriores la rendija no está horizontal, mueva la rueda de rendijas en pasos de 1 unidad usando la ventana de edición en el menú para mover las rendijas.
  - Si después de inicializar la rueda de rendijas la imagen de la rendija no está centrada (en la dirección derecha-izquierda de la imagen de la rendija) se deberá mover el espejo Tip/Tilt, según se describe en el punto 6 y 7 de la sección anterior (4.1). En el punto 6 se explica el riesgo de mover el espejo Tip/Tilt. Se recomienda al observador que si mueve las perillas de Tip/Tilt para realizar espectroscopía, al final de su temporada regrese cuidadosamente las perillas a su posición original. La Figura 4.2 muestra como luce la imagen de la rendija centrada, usando las dos cámaras.
4. Para enfocar el colimador se debe optimizar el ancho de la imagen de la rendija en la misma filosofía que si estuviera enfocando una estrella. Para hacerlo active la opción **Foco** e inicie exposiciones sucesivas presionando el botón **Expone**. Los tiempos de exposición y filtros deberán elegirse de modo que la imagen de la rendija no sature. Si tiene problemas de saturación aún usando un filtro angosto y el tiempo mínimo posible, puede intentar enfocar poniendo la rejilla de difracción en el orden 0 (opción **Rejilla en orden cero** del menú **Rejillas**). Nótese que la imagen que se obtiene con el orden 0 de la rejilla está un poco desplazada con respecto a la que se obtiene con el espejo (opción **Espejo** del menú **Rejillas**). No se preocupe, lo que importa en este caso es que usando el orden 0 de la rejilla se obtiene una atenuación de un factor de 6 aproximadamente. Si está usando una lámpara y todavía se tiene un nivel de iluminación demasiado alto pruebe a mover la posición de la misma para alejarla un poco. Tenga la precaución de apagar la lámpara antes de moverla.
5. En el caso de que la rendija no esté en foco, deberá mover la perilla marcada con una **C** en el costado norte (abajo) del banco óptico del espectrógrafo.

Esta perilla moverá la posición del colimador. Nótese que aproximadamente 6 vueltas de esta perilla cambian 1" del FWHM de la imagen de la rendija. El colimador tiene una carrera limitada por lo que **NO DEBERÁ FORZARLO MÁS ALLÁ DE SUS LÍMITES**.

6. El mejor foco deberá dar una imagen de aproximadamente **2.5 pixeles en la cámara f/13.5 y poco más de 1 pixel en la cámara f/4.5** para la rendija angosta, y el doble para la rendija ancha.
7. Para una referencia durante las observaciones espectroscópicas es conveniente marcar con un plumón no permanente la posición de la rendija en la ventana de visualización de la imagen, en la computadora *sonaja* (se deberá tener el cuidado de no mover dicha ventana). Preferiblemente en las dos posiciones: en modo imagen directa: opción **Espejo**, y en imagen en orden 0: opción **Rejilla en orden cero**; ambas en el menú **Rejillas**.
8. Es conveniente tomar un espectro de la lámpara de comparación para verificar la posición en la que el espectro se va a registrar en el detector. No necesariamente quedará registrado en la parte central del detector.

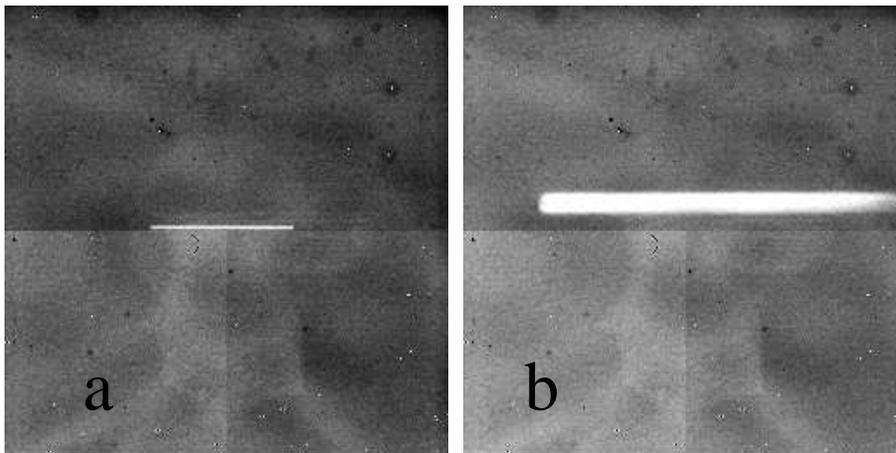


FIGURA 4.2: Imagen de la **Rendija Ancha** centrada en las cámaras f/4.5 (a) y f/13.5 (b).

# Capítulo 5

## Observando Imagen Directa con CAMILA-CAMALEÓN

Como se ha mencionado en capítulos anteriores se tienen disponibles para imagen directa dos cámaras:  $f/4,5$  y  $f/13.5$ . Será necesario colocar la rejilla/espejo (botón **Rejillas** en la interfaz de usuario) en la posición **Espejo**, el carrito de lámparas en la posición **Fuera**, y la rueda de rendijas en la **Posición vacía**. Recuerde que si las lámparas están en la posición 0 obstruirán el paso del haz del telescopio hacia la cámara. Para instrucciones detalladas de cómo mover a las diferentes posiciones los elementos de CAMILA-CAMALEÓN revise la sección 3.3.2 y para saber las posiciones de motor de los mismos consulte las Tablas 2.3, 2.4, 2.5, 2.6 y 5.2 (ó 2.2).

**NOTA:** NO ES RECOMENDABLE CAMBIAR DE CÁMARA DURANTE UNA NOCHE DE OBSERVACIÓN, porque los campos planos obtenidos con cada cámara son muy distintos. Además, será necesario verificar la alineación de la óptica obtenida una vez que se ha cambiado de cámara (ver sección 4.1).

En la sección 9 hay una lista de **Posibles problemas y soluciones**; no olvide consultarla en caso necesario.

### 5.1. Escala de placa y campo de observación.

En modo de imagen directa las cámaras producen las siguientes escalas de placa y campos:  $f/13.5$ :  $0.3''/\text{pix}$ ,  $1.28' \times 1.28'$ ; y  $f/4.5$ :  $0.86''/\text{pix}$ ,  $3.63' \times 3.63'$ . Las posiciones de motor de las cámaras se listan en la Tabla 2.6. Recuerde que el detector de CAMILA-CAMALEÓN tiene  $256 \times 256$  pixeles.

En la ventana de visualización de las imágenes de la interfaz de usuario la orientación respecto del cielo es: el Norte hacia arriba y el Este a la derecha (la orientación se conserva cuando se despliegan las imágenes usando IRAF). Esta orientación respecto del cielo se obtiene cuando Camila está localizada en el lado norte del banco óptico, por lo que puede cambiar si se rota la platina del telescopio. La

figura 5.1 se muestra una reproducción de la ventana de visualización de imágenes y la posición relativa de los cuadrantes del detector.

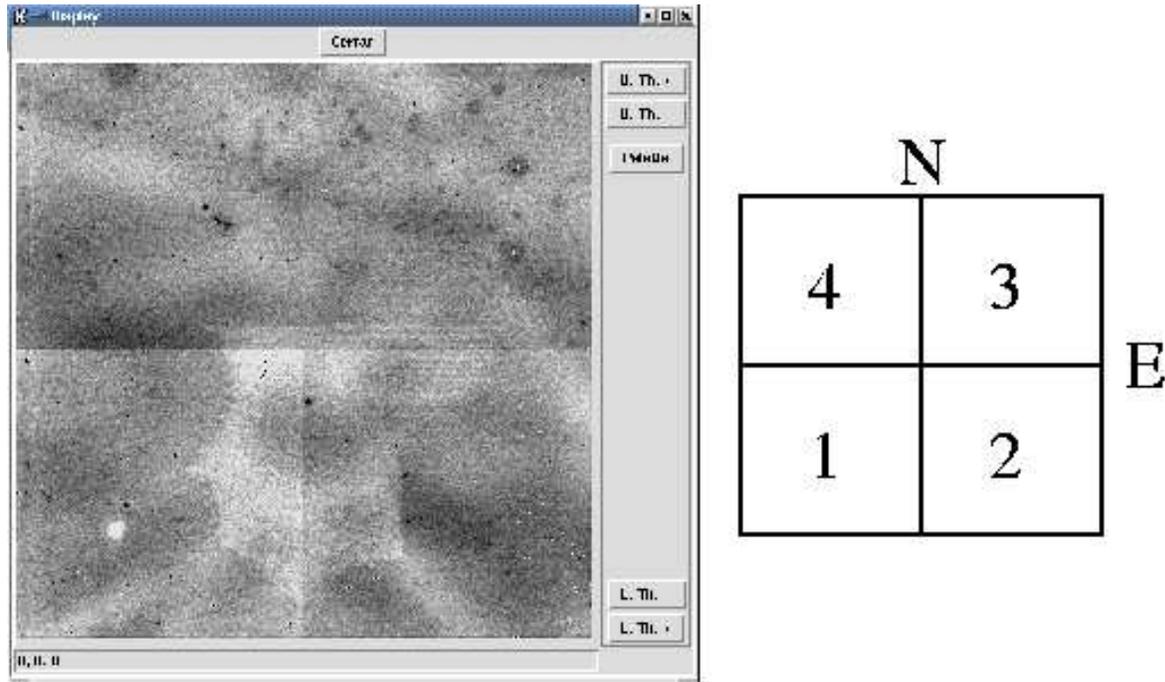


FIGURA 5.1: Ventana de visualización de imágenes de la interfaz de usuario y la posición de los cuadrantes del detector. La orientación respecto del cielo es Norte arriba y Este a la derecha.

## 5.2. Alineación de las cámaras.

El procedimiento de alineación se explica con detalle en el capítulo 4.1 de este manual.

## 5.3. Magnitudes límite.

De las primeras pruebas (realizadas entre octubre y diciembre de 1993) se determinó que las magnitudes límite de Camila son similares a las obtenidas con otras cámaras IR basadas en detectores NICMOS 3. La tabla 5.1 muestra los valores obtenidos de esas pruebas. Las magnitudes límite son  $5\sigma$  para exposiciones de un minuto, bajo condiciones de *seeing* de  $1.5''$  en una apertura de  $4''$ .

Banda	Eficiencia $e^-$ /fotón	Magnitud límite
J	0.19	17.6
H	0.31	17.0
K'	0.42	16.0

TABLA 5.1: Sensibilidad de Camila (datos de 1993).

**IMPORTANTE:** Se recomienda nunca exponer el detector de Camila en objetos más brillantes que magnitud  $V=5$  pues el detector se satura. Tenga en cuenta que una vez que exponga el detector de Camila sobre objetos muy brillantes, las imágenes subsecuentes registrarán un residuo en las zonas que fueron saturadas por el objeto brillante. Estos residuos se irán quitando con las integraciones siguientes, pero es difícil eliminarlos en los procesos de reducción.

## 5.4. Radiación de fondo.

En la tabla 5.2 se presenta nuevamente la lista de filtros instalados actualmente en Camila. La primera columna lista el número de filtro, la siguiente la posición del motor de pasos, luego el filtro, longitud de onda central ( $\lambda$ ) y el ancho del filtro ( $\Delta\lambda$ ). En las columnas 6 a la 9 se presenta la estimación del nivel de radiación de fondo. Las mediciones para la columna verano fueron obtenidas en septiembre de 2004. Estos valores fueron estimados usando la rutina **imstat** de IRAF sobre las imágenes **.d**, obtenidas usando dos lecturas y apuntando a una zona del cielo con pocas estrellas (*blanks*).

Es importante notar que el nivel de fondo varía con la época del año siendo menor en invierno, respecto de los niveles obtenidos en el verano. Por el momento sólo se listan los niveles correspondientes al verano y pueden usarse como un límite superior mientras conseguimos medir los niveles de fondo en el próximo invierno.

#	POS	FILTRO	$\lambda$ $\mu\text{m}$	$\Delta\lambda$ $\mu\text{m}$	FONDO			
					f/4.5		f/13.5	
					invierno	verano*	invierno	verano*
0	9998	Dark	1-2.5					
1	100	HeI	1.083	0.006		125		125
2	206	Pa $\gamma$	1.093	0.010		116		106
3	308	$H_2 v = 2 - 1 S(1)$	2.249	0.024		295		284
4	412	J	1.275	0.282		76		17
5	518	H	1.672	0.274		336		75
6	623	[FeII]	1.645	0.016		340		110
7	726	K'	2.124	0.337		2500		2280
8	829	$H_2 v = 1 - 0 S(1)$	2.125	0.024		170		235
9	934	CO	2.297	0.024		544		526
10	1040	cK	2.260	0.060		890		786
11	1144	Br $\gamma$	2.165	0.022		88		87

\*Datos estimados en imágenes con dos lecturas, obtenidas en septiembre de 2004.

TABLA 5.2: FILTROS Y NIVELES DE RADIACIÓN DE FONDO.

## 5.5. Nivel de saturación y tiempo de retardo del telescopio.

En la ventana de parámetros de Camila (ver la sección 3.1) el botón saturación tiene un valor por omisión de **17000**. Este valor define el nivel de conteos por arriba del cual se desechan las lecturas que se realizan de un pixel. Para incluir todas las lecturas este valor debe ser  $>16384$  conteos, que es el nivel real de saturación de la electrónica del detector. En esta misma ventana se puede variar el **tiempo de retardo del telescopio**, este es el tiempo que esperará el programa de adquisición, después de mover el telescopio y antes de empezar la siguiente integración en una secuencia. El valor por omisión es de 8 segundos. En este intervalo de tiempo entre una exposición y otra, se espera que el telescopio haya alcanzado la posición que se solicitó con los offsets y que el sistema de bolsas del espejo primario del telescopio se haya estabilizado. Si es necesario puede disminuir o aumentar este tiempo.

## 5.6. Pixeles malos en el detector de Camila.

En la figura 5.2 se muestra una imagen de pixeles malos en el detector de Camila. La construcción de esta imagen-máscara se hizo con la rutina *ccdmask* de *IRAF* usando el filtro  $\mathbf{K}'$ . Se hizo un cociente entre un campo plano con señal alta dividido por uno de baja señal. Las imágenes usadas en el cociente han sido el resultado de la combinación, usando la opción **median**, de un conjunto de 10 imágenes de campos planos por cada nivel de señal (alta y baja).

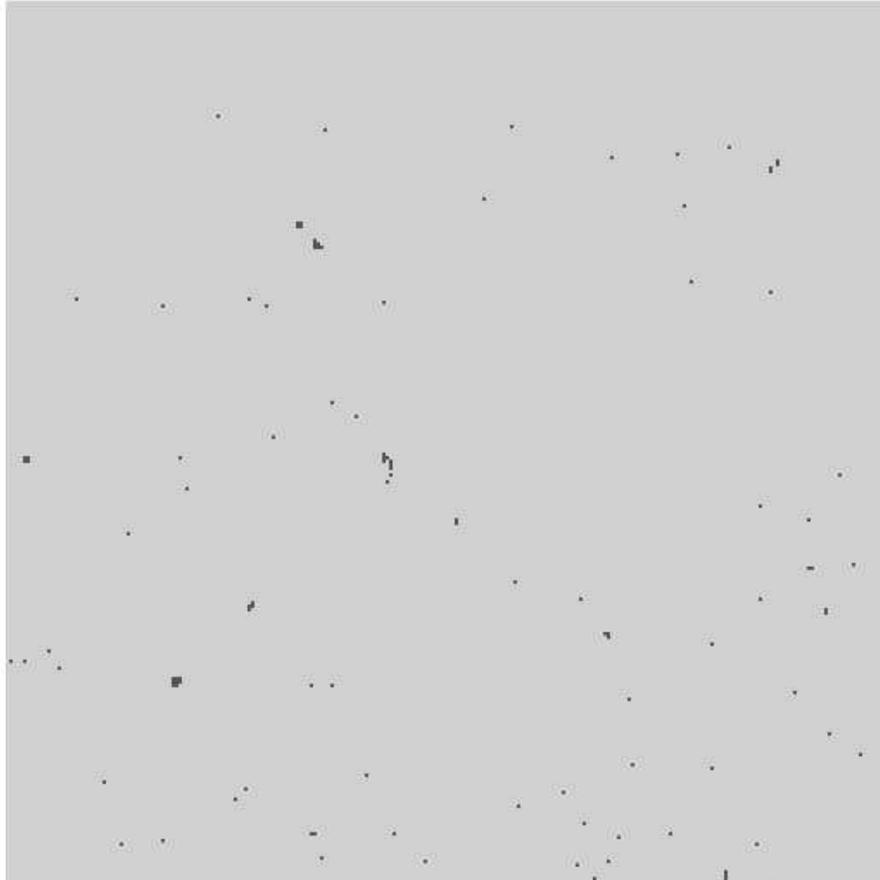


FIGURA 5.2: Imagen que muestra los pixeles malos del detector de Camila. Para la construcción de esta imagen se han usado campos planos en el filtro  $\mathbf{K}'$  adquiridos en septiembre de 2004.

## 5.7. Cómo enfocar el telescopio con Camila.

Los valores del foco del telescopio pueden cambiar ligeramente durante una noche de observación. Se recomienda obtener los valores del foco para los filtros J, H y  $\mathbf{K}'$  para determinar las diferencias de foco de cada filtro. Los valores del foco para los

filtros H y K' son muy parecidos, mientras que para el filtro J hay un cambio de alrededor de una unidad en el foco.

Para determinar los valores del foco en cada filtro se recomienda usar estrellas de magnitud  $>7$ . Una posibilidad es usar estrellas estándares. Para no saturar el detector se pueden usar filtros angostos, tiempos de exposición de 1 seg y dos lecturas. Usar dos lecturas es recomendable ya que se disminuye el ruido de la imagen.

Para enfocar el telescopio elija algún filtro y use el modo FOCO de observación: active el botón **Foco** y presione el botón **Exponer**, con esto se obtienen exposiciones de todo el detector que no se graban en el disco de la computadora y se despliegan sucesivamente en la ventana de visualización de la interfaz de usuario. Mueva el secundario usando la paleta del telescopio hasta lograr que las estrellas se vean en foco. Para un ajuste fino, cancele las exposiciones sucesivas: deshabilite el botón **Foco** (para poder grabar las imágenes). Tome varias exposiciones cambiando el valor del foco alrededor del valor del mejor foco que se consiguió usando el botón **Foco**. Analice la forma y el ancho a potencia media usando la rutina **imexamine** de IRAF hasta encontrar el valor del mejor foco para el filtro seleccionado. Haga lo mismo para los otros filtros. Es recomendable revisar el enfoque del telescopio sobre la resta de dos imágenes. La estructura de la iluminación de fondo en una imagen individual pueden alterar el despliegue de la forma de las estrellas.

## 5.8. Cómo tomar imágenes.

Adquirir imágenes usando la interfaz de Camila es muy sencillo: seleccione el filtro, escriba los valores para el tiempo de exposición, número de lecturas, y número de cosumas (**addups**) en los recuadros correspondientes, escriba el nombre del prefijo y nombre del objeto usando las ventanas de edición que se obtienen al presionar los botones **Nombre base:** y **Nombre del objeto**, respectivamente. Asegúrese que no está activado el botón **Foco** (para que la imagen adquirida se escriba en el disco de la computadora) y presione el botón **Exponer**. Si las imágenes se van a adquirir usando una secuencia: presione el botón **Secuencias**, se abrirá una ventana con dos recuadros. En el recuadro de la izquierda seleccione la secuencia que va a usar. Al marcarla con el botón izquierdo del ratón, en el recuadro de la derecha se deberá desplegar el listado de los pasos que definen la secuencia. Presione entonces el botón **Selecciona**. La ventana desaparecerá y se leerá el nombre de la secuencia elegida al frente del botón **Secuencias**. Verifique que los recuadros para el tiempo de exposición, número de lecturas, y número de cosumas (**addups**), tienen los valores deseados. Para activar la secuencia presione el botón **Ejecuta**. En la ventana **Paso** se irá leyendo el paso de la secuencia que se está ejecutando, mientras que el contador de exposiciones (enfrente de esta ventana) listará el número de la exposición que se está ejecutando y el número total de exposiciones que contiene la secuencia ejecutada.

Para hacer sus exposiciones tome en cuenta los detalles que a continuación se describen sobre los parámetros involucrados en la adquisición de imágenes.

### 5.8.1. Modos de lectura.

El detector de Camila puede leerse de varias maneras. Se pueden realizar lecturas múltiples durante una integración y también se puede incrementar el número de **addups**. Estas acciones permiten incrementar la señal a ruido en varias formas, además de simplemente variar el tiempo de integración.

Para la mayoría de las aplicaciones en imagen directa, donde el ruido dominante es ruido de fotones y disparo de la radiación de fondo, se recomienda trabajar con dos lecturas (**Núm. de lecturas 2**). De esta forma el detector se lee dos veces durante una integración, una al principio y otra al final. Esto produce dos imágenes: la **imagen.b** que contiene el resultado de la primera lectura y la **imagen.d** que contiene el resultado de la segunda lectura menos la primera lectura, dividida por el tiempo de integración. La **imagen.d** será entonces la señal neta en conteos por segundo. De esta manera se elimina el super-ruido asociado a una sola lectura, que es 50 veces mayor que el ruido de lectura. La primera lectura se guarda únicamente para propósitos de linealización (ver sección 5.12). Sin embargo, si el conteo total se mantiene por debajo de 10000 conteos, las correcciones por linealización pueden no ser importantes.

### 5.8.2. Tiempos de integración.

El tiempo de integración puede controlarse de dos formas: escribiendo directamente el tiempo deseado, en segundos, en el recuadro **T. de Integración** (que equivale a usar el comando **tint** dentro de una secuencia); o, en el caso que el detector sature en el tiempo total deseado, se puede incrementar el número de **addups** escribiéndolo en el recuadro **Núm. de addups** hasta obtener un tiempo total de integración equivalente al deseado.

El tiempo de integración para una exposición se debe seleccionar en función de varios elementos. En primer lugar, el filtro que se use determina fuertemente el tiempo máximo para una integración. Esto se debe a que el detector puede saturarse fácilmente por radiación de fondo (fondo + cielo). Por ejemplo, de acuerdo a la Tabla 5.2 el conteo de fondo para el filtro H (con la cámara f/4.5) es de 336 conteos/s, por lo que en 25 segundos se tendrían 8400 conteos tan sólo de brillo de fondo. Aunque el nivel de saturación es de 16384 conteos, debido a la fuerte no-linealidad después de 14000 conteos no es conveniente rebasar este nivel. De hecho, es conveniente calcular el tiempo de integración de modo que no rebase los 7000 conteos por radiación de fondo. Aún con esta previsión es posible que el objeto sature el detector, por lo que sería necesario disminuir aún más el tiempo de integración. Si al final el tiempo

de integración que resulte adecuado es demasiado corto para tener el cociente S/R deseado, puede incrementar el tiempo total aumentando el número de **addups**.

### 5.8.3. Archivos de imágenes.

Los archivos de las imágenes son escritos en formato FITS directamente en el directorio `/home/observa/imagenes` en la computadora *sonaja* (IP 132.248.0.2). Este directorio también es accesible desde la computadora *alpha* (IP 132.248.1.1) con el mismo camino: `/home/observa/imagenes`.

Al escribir las imágenes, el programa de Camila las numera consecutivamente con tres dígitos, anteponiéndoles el prefijo definido con el botón **Nombre base**. Por ejemplo, si el prefijo es *imagen*, el nombre de la primera imagen **.d** será **imagen001.d.fits**. El número total de imágenes que se pueden realizar con un mismo prefijo es 999.

Para un prefijo dado no se sobrescriben las imágenes: cuando se ha definido un prefijo y se solicita en la interfaz de usuario hacer exposiciones, el programa buscará si existen imágenes previas obtenidas con el mismo prefijo. El número de la nueva imagen corresponderá al número siguiente de la última imagen que se escribió con el mismo prefijo.

Cuando el número de lecturas es 2, cada exposición genera dos imágenes: **imagen.b.fits** + **imagen.d.fits**. Donde **imagen** sería el prefijo definido con el botón **Nombre base**. La **imagen.b.fits** contiene los conteos de la primera lectura que se realiza inmediatamente después de borrar el detector; mientras que la **imagen.d.fits** contiene la señal resultante de una observación en conteos/segundo, es decir, el resultado de dividir los conteos totales entre el tiempo de integración. El tiempo mínimo de integración usando dos lecturas es de 1 segundo.

Si usa número de lecturas 1 únicamente se realiza una lectura del detector, por lo tanto sólo se genera el archivo **imagen.b.fits**. La imagen contiene los conteos netos obtenidos en el tiempo de integración deseado. Este modo de lectura tiene la ventaja de que puede disminuir el tiempo de integración al mínimo posible (0.52 seg). Sin embargo tiene la desventaja de que el ruido se incrementa por un factor  $>50$ , respecto de lo que se obtiene usando número de lecturas 2.

Por otro lado, si se usa un número de lecturas mayor que 2 se puede disminuir aún más el ruido de lectura. Esto se logra porque se ajusta una recta por mínimos cuadrados a la señal en cada pixel de las imágenes obtenidas en cada lectura. En este caso se generarán cuatro imágenes: **imagen.b.fits**, **imagen.d.fits**, **imagen.r.fits** e **imagen.n.fits**. La imagen **b.fits** es la ordenada al origen del ajuste, casi equivalente a la primera lectura (cuando se usan dos lecturas), la imagen **.d.fits** es la señal por segundo, la imagen **.r.fits** contiene la desviación estándar del ajuste de mínimos cuadrados que se hizo a la señal, y la imagen **.n.fits** indica el número de pixeles que

no salieron saturados. Por ejemplo, si se ha usado un número de lecturas igual a 5 y el pixel (200, 100) no se saturó en ninguna de las 5 “lecturas”, el valor que se leerá en el pixel (200, 100) de la imagen **.n.fits** será 5.

## Encabezados de las imágenes

Los encabezados de las imágenes generados por el programa de adquisición de Camila contienen la información necesaria y útil para la reducción de los datos. Una lista de los parámetros que quedan registrados en los encabezados de las imágenes se puede revisar en el ejemplo de encabezado que se muestra en la Tabla 5.3.

## 5.9. Secuencias de observación.

Debido a las técnicas especiales que se usan en observaciones infrarrojas es conveniente usar secuencias de mandos que automáticamente realicen cambios en la posición de los elementos de CAMALEON y del telescopio (offsets), lo mismo que definan el tiempo de exposición de las imágenes por adquirir.

Existe un archivo de nombre **secuencias** en formato *ASCII*, que contiene una serie de secuencias de observación que pueden ser útiles para los observadores (ver sección 3.3.4). Estas secuencias permiten mover el telescopio para hacer mosaicos, observaciones de cielo, etc. Probablemente lo mejor es que cada observador genere sus propias secuencias y que las escriba dentro del archivo **secuencias** usando el editor de texto de su preferencia (emacs, vi, kedit, etc.). Cuando edite una nueva secuencia asegúrese de verificar que la sintaxis es correcta, así como la lógica de los movimientos que solicita con el comando **ofs**.

En el primer renglón de la secuencia se debe escribir **nombre aaaaa**, donde **aaaaa** es el nombre de la secuencia, que deberá ser una sola palabra. Es válido usar guiones bajos dentro en la palabra elegida como **nombre**. Este nombre aparecerá en la lista de la ventana de secuencias, una vez que se grabe el archivo **secuencias** y que se reabra la ventana de secuencias (después de grabar el archivo). Escriba luego los comandos que quiera se ejecuten en la secuencia, uno por renglón. La lista de comandos posibles se presenta en la sección 5.9.1. Termine la secuencia con la palabra **fin** en un renglón vacío. En la sección 5.9.3 se muestra, como ejemplo, la secuencia de nombre **cruz**. En el archivo **secuencias** se recomienda dejar un renglón vacío entre secuencia y secuencia, de modo que sea fácil distinguir cuando ha terminado una secuencia y comienza otra.

Cuando se ejecuta una secuencia se escuchará un **beep** cada vez que finalice una exposición. Al terminar de ejecutar la secuencia se escuchará un doble **beep**.

```

ir50153.b.fits[256,256][real]: domeflat
No bad pixels, min=0., max=0. (old)
Line storage mode, physdim [256,256], length of user area 1215 s.u.
Created Mon 03:39:30 27-Sep-2004, Last modified Mon 03:39:30 27-Sep-2004
Pixel file "ir50153.b.fits"[ok]
EXTEND = T / FITS dataset may contain extensions
COMMENT Observatorio Astronomico Nacional, San Pedro Martir, B.C., Mexico
OBSERVAT= 'spm' /Observatory
TELESCOP= '2m' /Telescope
INSTRUME= 'CAMILA' /Instrument
OBJECT = 'domeflat' /Object name
OFFSAR = 00000 / Offset on AR
OFFSDEC = 00000 / Offset on DEC
EXPTIME = 20.0 / Integration time, seg
ETALON = 00000 / Offset etalon
ADDUPS = 00001 / Number of coadds
NLECT = 00002 / Number of readouts
TFRAME = 0.52 / Frame time
IO1 = 03600 / Offset cuad 1
IO2 = 04300 / Offset cuad 2
IO3 = 03500 / Offset cuad 3
IO4 = 03600 / Offset cuad 4
C1 = 1.00 / Linearization coef.
C2 = -4.000000E-06 / Linearization coef.
C3 = 6.000000E-10 / Linearization coef.
FILTER = '4 - J' / Filter
GRATING = '0' / Grating
APERTURE= 'Posicion vacia' / Aperture
RA = '17:34:23' / Right Ascension
DEC = '-26:58:19' / Declination
ST = '17:38:04' / Sidereal Time
UT = '00:55:18' / Universal Time
JD = '2453275.50' / Julian Day
DATE-OBS= '09/27/04' / Observation date
AIRMASS = 1.89 / Airmass

```

TABLA 5.3: Ejemplo de encabezado de una imagen adquirida con CAMILA-CAMALEÓN .

### 5.9.1. Lista de comandos.

Los comandos que pueden usarse en la elaboración de las secuencias son:

- **nombre aaaaa** da inicio a una secuencia, en este ejemplo la secuencia se llama **aaaaa**. Esta es la identificación que se leerá en la lista de la ventana de secuencias. Puede usar el nombre que desee, siempre que no quede duplicado en la lista de secuencias, ni corresponda al nombre de un comando válido de los listados en la presente sección.
- **fin** finaliza una secuencia.
- **e** realiza una exposición.
- **expon** realiza una exposición.
- **tint tt** es el tiempo de integración deseado **tt**, en segundos. El tiempo mínimo de integración es de 0.5 s usando una lectura y 1 s usando 2 lecturas.
- **ofs xx yy** mueve el telescopio dando offsets en segundos de arco. Donde **xx** es el offset en ascensión recta: al este si es positivo y al oeste si es negativo; y **yy** es el offset en declinación: al norte si es positivo y al sur si es negativo.
- **delay ttt** hace una pausa de tiempo **ttt**, en segundos. Este comando modifica el tiempo de espera para dar oportunidad a que el telescopio se mueva dentro de una secuencia. A este tiempo se debe sumar el tiempo de transferencia de datos (15 seg.) por lo cual un *delay* con valor 0 generalmente es suficiente, a menos que los offsets solicitados sean muy largos o el movimiento de telescopio sea lento.
- **nbase nn** define el prefijo con el que se escribirán las imágenes en el disco de la computadora.
- **lamp lll** selecciona la lámpara que se va a usar y la enciende. Donde **lll** puede ser alguno de los siguientes argumentos:
  - hga** para seleccionar la lámpara de HgAr
  - arg** para seleccionar la lámpara de Ar
  - pl1** para seleccionar la lámpara planos1
  - pl2** para seleccionar la lámpara planos2
  - out** para colocar el carrito de las lámparas en la posición **Fuera**
  - off** para apagar la lámpara
- **slit ss** mueve el mecanismo de las rendijas a la posición **ss**, dada en pasos de motor (ver tabla 2.3).

- **filter bb** posiciona el filtro en el paso de motor **bb**. Use la columna 1 de la Tabla 5.2 para saber el paso de motor de los filtros.
- **grating gg** mueve el mecanismo de de la rejilla/espejo a la posición **gg** dada en pasos de motor (ver tabla 2.5).
- **camera cc** mueve el carro de las cámaras a la posición **cc** dada en pasos de motor (ver tabla 2.6). Recuerde que mover entre una cámara y otra tarda alrededor de 5 minutos.
- **fp zzz** mueve el Fabry-Perot a la posición **zzz**.
- **loop dd** y **endloop** inicia y termina un ciclo. Ver la sección 5.9.4 para los detalles.

### 5.9.2. Offsets en las secuencias.

Los offsets en las secuencias deben darse en segundos de arco. El comando y la sintaxis para solicitar mover el telescopio dentro de una secuencia es **ofs xx yy**, donde **xx** es el offset en la dirección de ascensión recta (al este, si es positivo, y al oeste si es negativo); mientras que **yy** es es el offset en la dirección de la declinación (norte, si es positivo, y sur si es negativo). Los offsets son referidos a la posición inicial, que frecuentemente es la posición del objeto. Puede dar sin problema offsets tan grandes como 2000 segundos de arco, sólo tenga en cuenta que con offsets tan grandes el telescopio tardará un poco más en alcanzar la posición a la que lo movió el offset. En este caso puede retrasar el inicio de la siguiente exposición usando el comando **delay tt** que hará una pausa de tiempo **tt** (en segundos).

### 5.9.3. Ejemplo de una secuencia: la secuencia cruz.

En la tabla 5.4 se muestra a manera de ejemplo la sintaxis de la secuencia de nombre **cruz**. Esta es una secuencia de observación típica que al ejecutarse hace 9 exposiciones, 4 de ellas en “cielo” y 5 sobre la posición inicial, que llamaremos “objeto”, y donde el moviendo del telescopio se hace en forma de cruz. La primera columna de la tabla se lista lo que efectivamente está escrito en el archivo **secuencias**, mientras que en la segunda columna se describe cuál es la acción que se realiza con cada comando. Esta secuencia es sencilla y sólo hace uso de los comandos **e** y **ofs xx yy**, para exponer y hacer un offset de telescopio, respectivamente.

nombre cruz	nombre de la secuencia
e	expone en la posición inicial (objeto)
ofs 0 80	mueve 80" al norte
e	expone en el cielo
ofs 0 0	regresa a la posición objeto
e	expone sobre el objeto
ofs 0 -80	mueve 80" al sur
e	expone en el cielo
ofs 0 0	regresa a la posición objeto
e	expone sobre el objeto
ofs 80 0	mueve 80" al este
e	expone en el cielo
ofs 0 0	regresa a la posición objeto
e	expone sobre el objeto
ofs -80 0	mueve 80" al oeste
e	expone en el cielo
ofs 0 0	regresa a la posición objeto
e	expone sobre el objeto
fin	fin de la secuencia

TABLA 5.4: Secuencia **cruz**. Sólo lo que se lista en la primera columna aparece escrito en el archivo **secuencias**.

Al ejecutar esta secuencia uno a uno los 17 comandos que la componen se leerán en la ventana **Paso**; mientras que, en el contador frente a esa ventana se leerá **1/9**. El número nueve indica que se realizarán 9 exposiciones, y el 1 indica que se está haciendo la primera de esas exposiciones. Evidentemente el contador irá avanzando a medida que se ejecutan las exposiciones y se escuchará un **beep** cada vez que finalice una exposición. Al concluir la secuencia se leerá en el contador **9/9** y se escuchará un **beep** doble. Al mismo tiempo en el recuadro **Offset tel**: que se localiza en la esquina inferior izquierda de la ventana principal de la interfaz de usuario, se indicará el offset donde está el telescopio a medida que la secuencia se va desarrollando. El offset que aparece en este recuadro quedará registrado en el encabezado de la imagen correspondiente.

#### 5.9.4. Ciclos dentro de una secuencia.

Es posible generar ciclos dentro de una secuencia de una manera muy sencilla: use la instrucción **loop** seguida del número de veces que desea repetir una instrucción. El ciclo debe terminarse con la instrucción **endloop**. No es posible generar ciclos

anidados. Para ilustrar el uso de estas instrucciones, en la Tabla 5.5 listamos un ejemplo de una secuencia que realizará 60 exposiciones.

```

nombre foco_a
loop 60
e
endloop
fin

```

TABLA 5.5: Secuencia **foco\_a**. Este es un ejemplo para ilustrar el uso de un ciclo dentro de una secuencia.

Una secuencia como esta podría usarse para hacer las exposiciones sucesivas para tomar las imágenes de campos planos.

Se pueden usar variables dentro de una secuencia. Estas variables deberán declararse dentro de la secuencia correspondiente con la instrucción **variable**, seguida del nombre elegido para la variable y su valor inicial. Por ejemplo:

#### **variable tiempo 10**

Todas las variables declaradas pueden incrementarse o decrementarse en valores enteros usando las instrucciones **incr** y **decr**. Para ilustrar el uso de las variables usaremos el ejemplo de la secuencia de nombre **lineal** y la variable **tiempo**, cambiando en 1 segundo el tiempo de integración de cada exposición sucesiva. La Tabla 5.6 muestra las modificaciones a la secuencia **foco\_a** para el uso de variables. Una secuencia de este tipo puede usarse para tomar las imágenes para determinar los valores de los coeficientes de linealización del detector de Camila.

```

nombre lineal
variable tiempo 2
loop 60
tint tiempo
e
incr tiempo 1
endloop
fin

```

TABLA 5.6: Secuencia **lineal**. Este es un ejemplo para ilustrar el uso de variables dentro de una secuencia con un ciclo.

### 5.9.5. Interrumpiendo una secuencia.

Al interrumpir una secuencia con el botón **Detiene** el telescopio se moverá automáticamente a la posición de offset 0 0, donde se comenzó la secuencia. La interrupción es casi inmediata, es decir, no completará la integración en curso y en su lugar desplegará una imagen con ceros en los cuatro cuadrantes.

## 5.10. Apariencia de las imágenes

La apariencia de las imágenes adquiridas con Camila podrían resultar poco convencionales. En ocasiones, cuando la radiación de fondo es más intensa respecto de la que proviene del objeto, la apariencia de las imágenes **.d.fits** será muy parecida a la de un campo plano (ver panel **a** de la Figura 5.4). Para ver al objeto será necesario restar otra imagen del mismo tiempo de integración adquirida en otra posición del telescopio, es decir un “cielo”. Para ilustrar como luce una resta entre dos imágenes se muestra una en el panel **a** de la Figura 5.3. En una de las imágenes de la resta el telescopio ha sido desplazado algunos segundos de arco.

Otras veces puede observarse el objeto resaltado sobre una imagen con apariencia de un dark, como el que se muestra en el panel **c** de la Figura 5.3. Esto ocurre cuando se observa con filtros angostos donde la radiación de fondo es suficientemente baja para apreciar el efecto de la corriente oscura del detector. Esta estructura de dark debería cancelarse al restar el cielo, aunque en ocasiones no logra cancelarse completamente.

Cuando el tiempo de integración es corto y se lee frecuentemente el detector, se observarán brillantes las cuatro esquinas del mismo. Esto es normal y se debe al calentamiento de los preamplificadores de salida de la electrónica del detector. Este efecto debería cancelarse al restar dos imágenes.

Muy frecuentemente la primera imagen adquirida usando una secuencia es defectuosa y no será posible restarle el fondo. Esto puede verse claramente cuando se hace la diferencia entre la primera y la segunda imagen de la secuencia. El panel **b** de la Figura 5.3 muestra un ejemplo del problema descrito: cuando se resta la primera y la segunda imagen no se obtiene sólo la señal, se ve claramente un patrón de “manchas” en la imagen con la resta. En este caso la primera imagen es inservible y debe desecharse. Este problema no está bien entendido y se cree es debido a los cambios que experimenta el detector al pasar de un estado inactivo a uno de integración. Tenga en cuenta este problema a la hora de diseñar sus secuencias: no considere de antemano la primera exposición de una secuencia como exitosa.

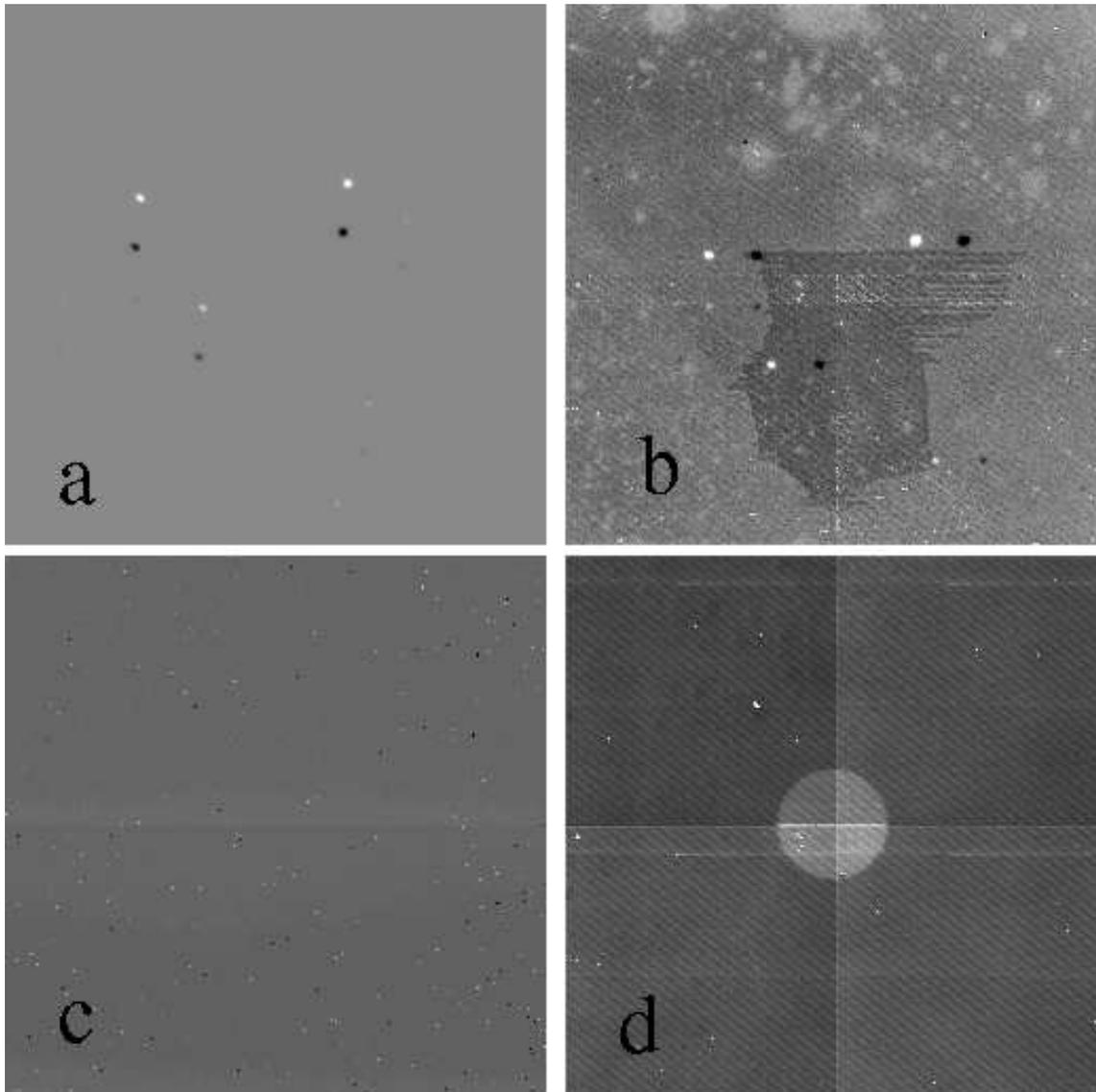


FIGURA 5.3: Apariencia de algunas imágenes obtenidas con Camila. En **a** se muestra la resta entre dos imágenes del mismo tiempo de exposición, una de ellas ligeramente desplazada respecto a la otra. En **b** se muestra la resta entre la primera y la segunda imagen en una secuencia (ver texto). En **c** se muestra un dark y en **d** se muestra una imagen con la segunda lectura en cero (ver texto).

En algunas ocasiones la electrónica de adquisición falla, por lo que la imagen obtenida será una imagen de ceros. Si se están usando dos lecturas, la apariencia de las imágenes será como la que se muestra en el panel **d** de la Figura 5.3.

Para evitar que los problemas de malas lecturas o no cancelaciones de la corriente oscura afecten demasiado sus observaciones, y por la necesidad de tomar imágenes de cielo muy frecuentemente, es conveniente que diseñe una estrategia de observación

que repita varias integraciones en la región de interés. Trate de repartir el tiempo de integración global en varias exposiciones y no trate de completarlo todo en un solo cuadro. Un ejemplo de este tipo de estrategias es la secuencia **crúz** que se describe en la sección 5.9.3.

Cuando se usan secuencias, un problema que puede presentarse es que alguna de las imágenes de cielo coincida con la posición de un objeto muy brillante. Trate de evitar este tipo de contratiempos revisando el campo que rodea su objeto. La dificultad de tener objetos muy brillantes que saturan el detector es que dejarán fantasmas en las imágenes subsiguientes (en la posición donde cayó el objeto brillante). Este efecto permanece por varias exposiciones y es casi imposible desaparecerlo en la reducción de los datos.

## 5.11. El programa *revisa.cl*

En el directorio `/home/observa/imagenes` hay un *script* con comandos *IRAF* de nombre **revisa.cl** que es útil para revisar las imágenes que va obteniendo a medida que se ejecutan sus secuencias. Este programa hace diferencias entre una lista de imágenes **.d.fits** y las despliega en la ventana *DS9* para su análisis. Esto genera una imagen de nombre **txxx.fits** que se sobrescribe cada vez que se usa el *script*. Para usar el programa se requiere tener una copia del mismo, en el directorio donde están las imágenes que se requiere analizar. Para activar el programa escriba en la ventana de comandos de IRAF:

```
task revisa=revisa.cl
```

El programa requiere el prefijo del nombre de las imágenes que se quiere revisar, los números de las imágenes (la primera y la última), los niveles de despliegue de la imagen resultante (máximo y mínimo), y un código para ajustar o no las escalas. Como ejemplo, la sintaxis para usar este programa si el prefijo es **imagen** es:

```
revisa imagen 1 5 -350 450 0
```

donde **1** y **5** son el grupo de imágenes entre las que se harán las diferencias, **-350** y **450** son los niveles máximo y mínimo de despliegue (**z1** y **z2**), respectivamente; y **0** solicita que no se ajusten las escalas. En el caso de los números de las imágenes a revisar deberán ser en numeración ascendente. Si se usan sólo dos números consecutivos hará la diferencia prefijo+primer número menos prefijo+segundo número. En el caso del ejemplo se obtendrá en total 4 diferencias (las diferencias entre las imágenes 1-2, 2-3, 3-4, 4-5) que serán desplegadas consecutivamente en la ventana de despliegue.

## 5.12. Imágenes de calibración y corrección por No-Linealidad.

### 5.12.1. Imágenes de campo plano.

La obtención de imágenes de campos planos es generalmente necesaria para calibrar la respuesta del detector en cada filtro. En principio, no se espera que la respuesta del detector varíe significativamente de una noche a otra, por lo que es suficiente si obtiene campos planos un par de veces durante una temporada de observación.

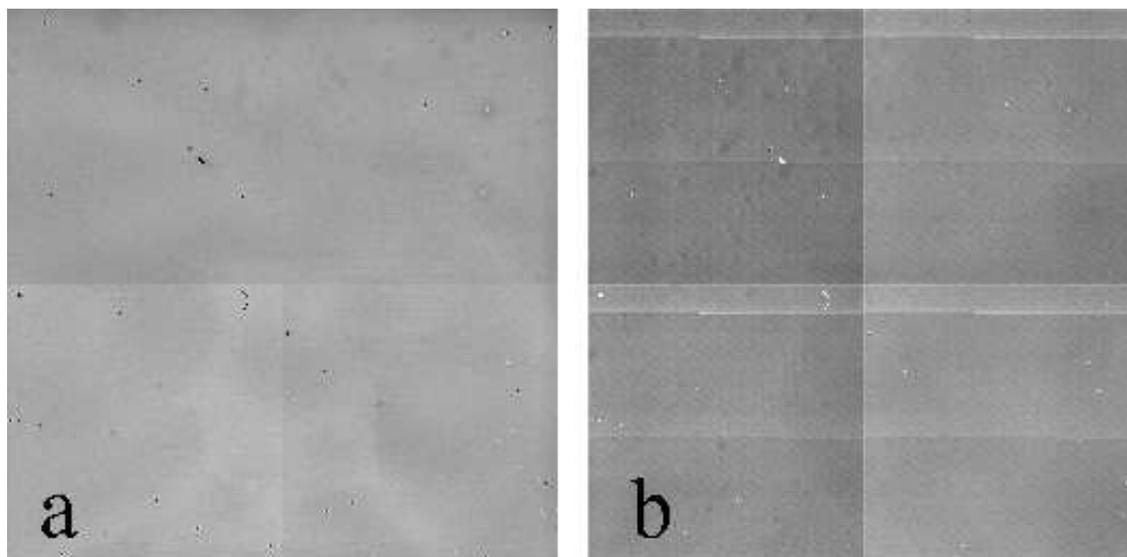


FIGURA 5.4: Imágenes de un campo plano de cielo obtenidas con el filtro  $K'$ , usando dos lecturas: **a** es la imagen `.d.fits` y **b** es la imagen `.b.fits`.

Los campos planos se deben obtener bajo dos condiciones de iluminación muy distintas (baja y alta iluminación), con el fin de cancelar la emisión térmica de la propia óptica del telescopio. Esto puede lograrlo si toma exposiciones sobre el cielo poco antes de amanecer y hasta que sale el Sol, tomando exposiciones cortas en todos los filtros que haya usado para sus observaciones. Cuando en cada filtro se tenga al menos una exposición con poca iluminación y otra del mismo tiempo de integración pero con iluminación alta (del orden de 7000 conteos, pero sin saturar), en ese momento se puede dar por concluido el proceso de hacer imágenes de campo plano. La imagen de campo plano final para cada filtro se obtendrá de la diferencia entre estas dos imágenes. En la Figura 5.4 se muestra cómo luce una imagen de campo plano tomada con el filtro  $K'$  y dos lecturas, se muestran la imagen `.d.fits` en el panel **a** y la imagen `.b.fits` en el panel **b**.

En caso de que no sea posible obtener imágenes de campos planos al amanecer o al anochecer, se puede intentar hacer las imágenes con luz de cúpula. Es probable que si usa la lámpara y la pantalla obtenga imágenes saturadas. Para obtener las imágenes de campos planos de alta y baja señal tome imágenes con luz y sin luz de cúpula, del mismo tiempo de integración.

### 5.12.2. Imágenes Dark, Bias y Cielo.

Un **dark** es una imagen de la corriente oscura del detector integrada durante un cierto tiempo de integración. Los requerimientos para observar **dark**s varían según el tipo de procesamiento que se va a realizar con los datos. Si las técnicas que usará son parecidas a las que se usan en el procesamiento de datos ópticos es imprescindible obtener **dark**s del mismo tiempo de integración como se usó en las observaciones de los objetos. Estos **dark**s son simplemente exposiciones a través del filtro número 0, marcado como **0 - dark**. Algunos expertos en procesamiento de datos infrarrojos opinan que no es necesario obtener imágenes **dark**s. Un ejemplo de cómo luce un dark se muestra en el panel **c** de la Figura 5.3.

Un **bias** es una imagen de tiempo de integración cero que mide el offset de la electrónica en cada pixel. En las técnicas de procesamiento de datos que involucran diferencias de imágenes se cancela automáticamente esta contribución, ya que es constante. Sin embargo, es recomendable tomar unos 10 **bias** al final de cada noche.

La radiación de fondo o **cielo** en el infrarrojo varía con mucha frecuencia (del orden de unos pocos minutos) para longitudes de onda de  $2 \mu\text{m}$ . Por esto, es imprescindible alternar observaciones del objeto con observaciones de cielo, que se obtienen moviendo el telescopio a posiciones cercanas. Esto se puede hacer fácil y eficientemente programando secuencias de observación (ver sección 5.9). Si el objeto en observación es extendido deberá usar offsets de telescopio lo suficientemente grandes para encontrar una zona libre de la emisión del objeto.

Es conveniente hacer exposiciones de **cielo** en más de una posición, con la intención de cancelar mejor la contribución de los objetos puntuales (estrellas) que se registren en las imágenes de **cielo**. Esto se hace combinando las imágenes de **cielo** en diferentes posiciones de modo que las estrellas se cancelen. Por ejemplo, puede combinar las imágenes por mediana, esto requiere al menos tres imágenes. Se debe cuidar que el nivel de piso de cada imagen a combinar sea el mismo, lo cual es posible si se suma o resta una constante pequeña. En Tabla 5.4 se lista un ejemplo de secuencia usado muy frecuentemente, esta secuencia hace una cruz alrededor del objeto tomado 4 “cielos” (al norte, al sur al este y al oeste del objeto) y 5 veces se integra en la posición del objeto.

### 5.12.3. Corrección por No-Linealidad

El detector NICMOS 3 asociado a Camila es ligeramente no lineal. A 10000 conteos la no-linealidad es del 5 % y empeora por arriba de este nivel. La no linealidad del detector se describe por la ecuación:

$$c = d(c_1 + c_2 d_{i_o} + c_3 d_{i_o}^2) \quad (5.1)$$

donde  $c$  es la señal (conteos/segundo) corregida por la no linealidad,  $d$  es la señal obtenida (imagen.d),  $d_{i_o} = \text{imagen.d} \times \text{tiempo} + \text{imagen.b} - \text{offset electrónico}$ , y las  $c_1$ ,  $c_2$  y  $c_3$  son las constantes que resultan de hacer un ajuste cúbico. Estas constantes son muy similares para los cuatro cuadrantes, mientras que los valores de los offsets electrónicos difieren entre sí del orden del 10 %. Los parámetros que caracterizan la no linealidad y el offset electrónico de cada cuadrante pueden variar muy ligeramente de temporada a temporada, por lo que es recomendable calcularlos una vez en la temporada. Para determinar éstos parámetros haga una serie de imágenes usando el filtro 6 (se recomienda el filtro **[FeII]** para no saturar el detector). Estas imágenes deberán realizarse con número de lecturas 1, naddups 1 y con tiempos de integración: 1, 2, 3, 4, 5, ..., 20 segundos, para ajustar los parámetros del modelo. Al adquirir las imágenes para la linealización puede usar la secuencia **lineal** que existe en el archivo de secuencias y llamar a las imágenes con prefijo **lineal** por conveniencia.

Deberá estimar el nivel de fondo para cada cuadrante y graficar los conteos obtenidos como función del tiempo para cada cuadrante. Esto le indicará cuál es el nivel de conteos hasta donde el detector es lineal. Recuerde que el detector satura completamente cuando alcanza 16384 conteos. El siguiente paso es ajustar a los datos un polinomio como el que se muestra en la ecuación 5.1 usando  $c_1 = 1$ . Este polinomio será válido hasta más o menos 14200 conteos.

### 5.12.4. Coeficientes de linealidad y offsets.

Para fines comparativos en la Tabla 5.7 se muestra cómo han cambiado algunos parámetros del detector de Camila: ruido de lectura, Coeficientes de linealidad, offsets de los cuadrantes y tiempo de lectura mínimo.

Año	1994	1998	2004
Ruido de lectura	40	40	60
Coef. de linealidad [e]			
C1	1	1	1
C2	$-3 \times 10^{-6}$	$-6 \times 10^{-6}$	$-4 \times 10^{-6}$
C3	$5 \times 10^{-10}$	$5.5 \times 10^{-10}$	$6 \times 10^{-10}$
Offsets de los cuadrantes			
Of1	2100	2000	3600
Of2	2430	3500	4300
Of3	2600	3000	3500
Of4	2810	2000	3600
t. de lec. de cuadro	0.46	0.46	0.52

TABLA 5.7: Cambios en el ruido de lectura, los coeficientes de linealidad y offsets de los cuadrantes con el tiempo.

### 5.13. Estrellas estándares.

Para reducir la fotometría a un sistema absoluto es necesario realizar observaciones de estrellas estándares. Actualmente existen listas de estrellas adecuadas para observar con telescopios grandes, de modo que son estrellas más débiles que los sistemas de estrellas estándares clásicos (por ejemplo Elias, 1982). Entre las listas de estrellas estándares que puede usar están:

- Lista de estrellas estándares ARNICA (Hunt, et al., 1998, AJ, 115, 2594)
- Lista de estrellas estándares para el infrarrojo cercano débiles (Persson et al. 1998 A.J. 116, 2475)

Las ecuaciones para obtener las magnitudes intrumentales son:

$$K = K'_i + PC_K \quad (5.2)$$

$$H = H'_i + PC_H \quad (5.3)$$

$$J = J'_i + PC_J \quad (5.4)$$

Como referencia, la Tabla 5.8 presenta los puntos cero determinados en diferentes temporadas de observación.

temporada de observación	$PC_J$	$PC_H$	$PC_K$
1994	20.65	20.45	20.25
N/1997	20.31±0.04	20.00±0.01	19.76±0.03
E/1997	20.26±0.04	19.96±0.03	19.81±0.03
J/1997	19.99±0.12	19.78±0.03	19.50±0.10
D/1997	20.54±0.02	20.14±0.04	19.92±0.01
E/1998	20.38±0.03	20.07±0.03	19.84±0.03

TABLA 5.8: Puntos cero para Camila obtenidos en diferentes temporadas de observación. Los datos correspondientes a 1994 provienen del *Manual de Usuario para Imagen Directa de la Cámara Infrarroja "CAMILA"* (1996), mientras que el resto de los datos fueron tomados de la tesis doctoral de Alicia Porras (2001).

## 5.14. Bitácora de observaciones con Camila.

Existe un formato para llevar el registro de las observaciones con Camila, el archivo con dicho formato es un archivo postscript de nombre **logcam.ps**. Puede encontrar una copia de este archivo en el directorio **/home/observa** de la computadora *sonaja*. Para imprimirlo sólo tiene que escribir la siguiente instrucción en una ventana de mandos de esa computadora:

```
lpr -Plp logcam.ps
```

En caso de que no encuentre el archivo puede obtener una copia del mismo en la liga **Formatos y Bitácoras** del portal de internet del OAN/SPM.

# Capítulo 6

## Observando Espectroscopía con CAMILA-CAMALEÓN.

Para hacer espectroscopía usando CAMILA-CAMALEÓN deberá verificar la alineación de la cámara que va a usar para tener la rendija horizontal y enseguida enfocar la rendija moviendo el colimador. Estos procesos se describen en detalle en el capítulo 4.1. Recuerde que no es recomendable cambiar de cámara durante la noche.

En el caso que detecte problemas con el funcionamiento del espectrógrafo, revise la lista de **Problemas y soluciones** que se presenta en el capítulo 9.

### 6.1. Especificaciones de la rejilla de difracción.

En la Tabla 6.1 se presentan las especificaciones para la rejilla de difracción de CAMILA-CAMALEÓN. El ángulo de blaze ideal para la banda-K en orden-1 es  $10.25^\circ$ , para la banda-H orden-1 es  $7.6^\circ$  y para la banda-J orden-2 es  $12^\circ$ . Por lo que la rejilla que está instalada en el banco óptico de CAMILA-CAMALEÓN es adecuada para todo el intervalo espectral del NICMOS 3 (1-2.5  $\mu\text{m}$ ).

dispersión	150 líneas/mm
ángulo blaze	$10.80^\circ$
dimensiones	58 mm $\times$ 58 mm
Catálogo	MR 35-53-06-810

TABLA 6.1: Datos de la REJILLA DE DIFRACCIÓN.

## 6.2. Espectroscopía usando las cámaras f/13.5 y f/4.5.

En modo espectrógrafo, las cámaras de CAMILA-CAMALEÓN producen dos dispersiones y resoluciones espectrales inherentes a la óptica de cada cámara. Dada la cobertura espectral en el infrarrojo habrá valores ligeramente distintos de ambos parámetros para cada una de las bandas J,H y K'.

En la Tabla 6.2 se presentan las dispersiones y resoluciones espectrales experimentales ( $R = \Delta\lambda/\lambda$ ) para la banda-K', que se obtuvieron durante la caracterización del instrumento en modo espectrógrafo en 1996.

Banda	Dispersión [ $\text{\AA}/\text{pix}$ ]		$R = \Delta\lambda/\lambda$	
	f/4.5	f/13.5	f/4.5	f/13.5
K	16.5	6	500	1500

TABLA 6.2: **DISPERSIÓN Y RESOLUCIÓN ESPECTRAL.**

Como referencia, usando la lámpara de Ar y la cámara f/4.5 en la posición del motor de pasos **3815**, se obtiene una dispersión de  $5.8 \text{ \AA}/\text{pixel}$  y un intervalo espectral de  $0.1491 \mu\text{m}$ .

Los espectros con resolución de 1500 presentan un problema de bandeo óptico, que probablemente se debe a interferencia de Fabry inherente al detector NICMOS 3 y asociado a una capa de zafiro sobre la que se deposita el material sensible del detector. Este bandeo es muy difícil de quitar y puede causar confusión en la emisión de algunas líneas.

Al inicio de su temporada deberá verificar que la rendija que va a usar está bien alineada y horizontal (revise el capítulo 4.1). Y que la orientación de la misma es Este-Oeste respecto del cielo. En el modo de operación como espectrógrafo, la rueda de rendijas se usará básicamente en dos posiciones: en **Posición vacía** para centrar el objeto (imagen directa) y en **Rendija ancha** ó **Rendija angosta** (espectrógrafo) según la rendija que sirva para sus propósitos científicos. En las siguientes secciones describimos cómo se realizan estos procedimientos.

Es recomendable al principio de la noche marcar la rendija sobre la ventana de visualización, con el fin de tener una referencia de dónde se van a “centrar” los objetos. También es conveniente adquirir imágenes con espectros de la lámpara de comparación usando el modo **Foco** (integraciones sucesivas), para asegurarse que el espectrógrafo está funcionando correctamente y que se estará observando el intervalo de longitud de onda deseado.

### 6.3. Verificando el nivel de iluminación de la lámpara de comparación.

Se recomienda hacer estas pruebas por la tarde, antes de la noche de observación. En la interfaz de usuario de CAMILA-CAMALEÓN seleccione la rendija que va a usar (con el botón **Rendijas**) y el filtro que corresponde al intervalo de longitud de onda que le interesa (con el botón **Filtros**). Seleccione la lámpara que va a usar usando el botón **Lámparas**. Hay dos posibilidades de lámparas de Argón: una es de Argón puro y la otra es de Hg-Ar. Al seleccionar una lámpara aparecerá el nombre de la lámpara seleccionada en el botón azul inmediatamente abajo del botón **Lámparas**. Es probable que tenga que hacer ajustes a los motores de pasos y al tiempo de integración para obtener un espectro correctamente expuesto, por lo que es recomendable hacer los ajustes tomando varias imágenes de prueba. Puede usar el modo de observación FOCO (exposiciones sucesivas: botón **Foco** y luego el botón **Exponer**) con el que las imágenes adquiridas no se escribirán en la computadora; o puede hacer exposiciones de prueba usando sólo el botón **Exponer**, en este caso, las imágenes sí se escriben en la computadora.

Encienda la lámpara: active el botón azul justo debajo del botón **Lámparas**, que se tornará rojo cuando la lámpara está encendida. Para apagar la lámpara deberá presionar nuevamente este botón, que cambiará otra vez a color azul. **ES MUY IMPORTANTE NO DEJAR ENCENDIDA LA LÁMPARA MUCHO TIEMPO.**

Tome una imagen para verificar que el nivel de iluminación es correcto. Si obtiene un espectro saturado disminuya el tiempo de exposición. Si ya está usando el tiempo de exposición mínimo (tint:1s con num. de lecturas: 2 y nadd: 1) tendrá que mover la posición de la lámpara. Apague la lámpara. Escriba un número de paso de motor, en la ventana de edición del menú en **Lámparas**, 50 unidades mayor o menor que el valor del motor por omisión para la lámpara seleccionada. Tome otra imagen para verificar el nivel de iluminación, si aún no es correcto mueva más la posición de la lámpara hasta obtener un nivel de iluminación que no sature las líneas de emisión.

Para verificar que está en el intervalo de longitud de onda deseado use las Figuras 6.1 y 6.3. Note que la longitud de onda es ascendente cuando se va a pixeles menores en las columnas del detector.

Anote el valor de la posición de la lámpara donde obtuvo la iluminación correcta y el número de paso del espejo/rejilla donde se obtiene el intervalo de longitud de onda que desea usar, con el fin de mover a estas posiciones cuando realice espectros de la lámpara en el transcurso de la noche de observación.

## 6.4. Calibración en longitud de onda

La Figura 6.1 muestra las líneas de la lámpara de Hg-Ar (orden 1) y el filtro  $K'$  obtenido con la cámara  $f/4.5$  de CAMILA-CAMLEON. Esta es una figura compuesta con partes de tres espectros adquiridos usando diferentes posiciones del motor de pasos para el espejo/rejilla. Note que la figura muestra la distribución de las líneas de la lámpara de comparación en más de 256 píxeles. Esto se ha hecho así para muestrear toda la cobertura en longitud de onda, que está limitada en por el ancho del filtro  $K'$ .

En la Figura 6.2 se muestra el espectro obtenido con la lámpara de Argón, el filtro  $K'$  y la cámara  $f/4.5$ . Este espectro fue obtenido en la posición del motor de pasos **3800**, que es la posición por omisión a la que va el espejo/rejilla cuando se selecciona **Rejilla en  $k - 1$** . Note que las lámparas de Hg-Ar y Ar muestran las mismas líneas en sus espectros. Note también que con la cámara  $f/4.5$  se puede obtener todo el intervalo de longitud de onda disponible con el filtro  $K'$  si se selecciona la posición correcta del espejo/rejilla.

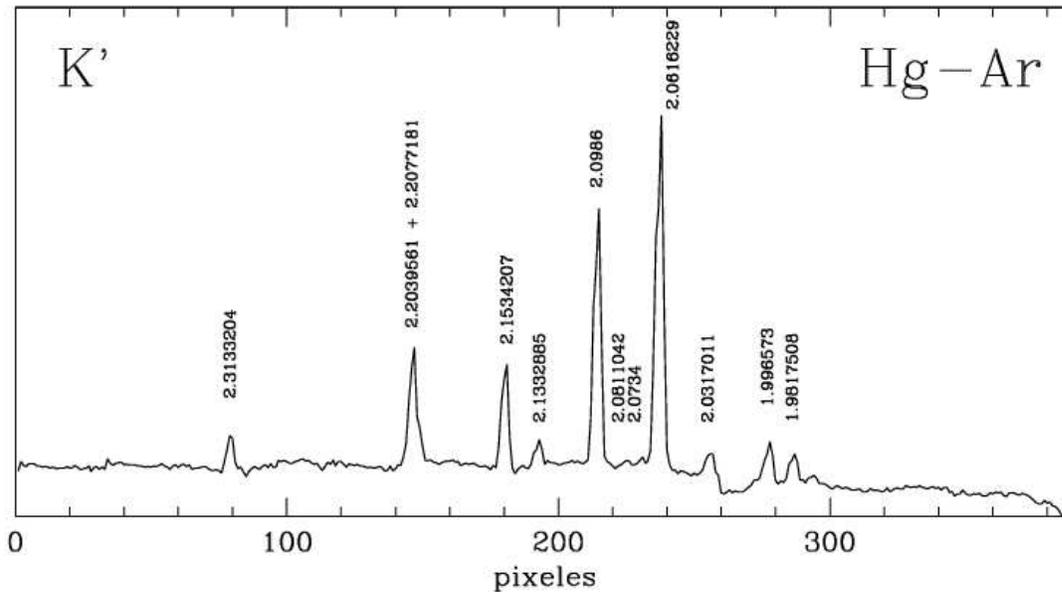


FIGURA 6.1: Identificación de la lámpara de Hg-Ar usando diferentes posiciones del motor de pasos del espejo/rejilla para muestrear todo el intervalo de longitud de onda disponible con el filtro  $K'$  y la cámara  $f/4.5$  (ver texto).

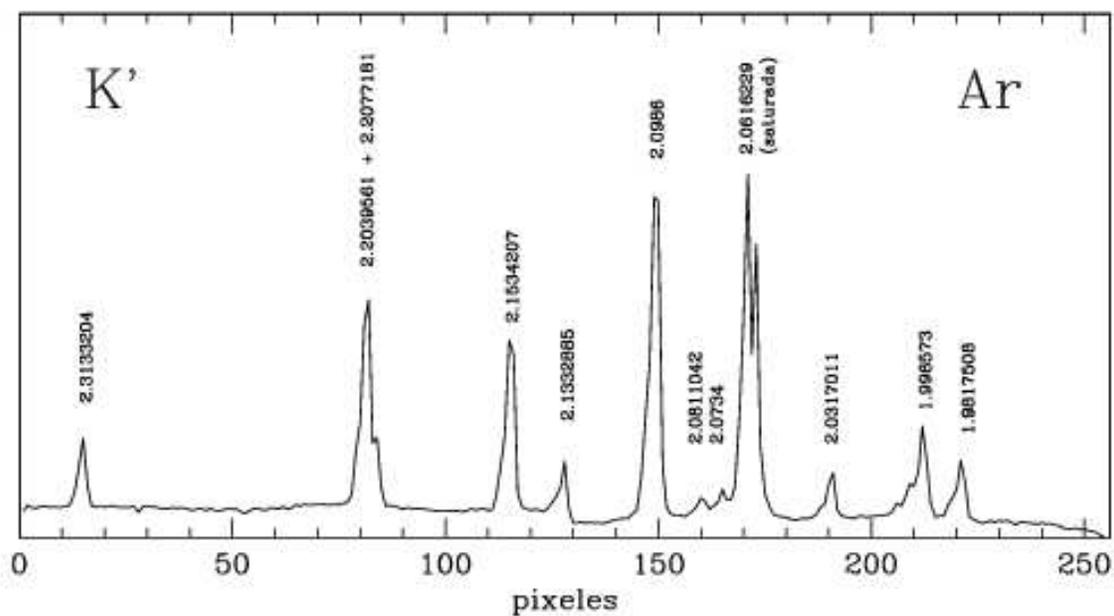


FIGURA 6.2: Identificación de las líneas de la lámpara de Ar. El espectro fue obtenido usando el filtro K' en la posición **Rejilla en k - 1 (3800)** y la cámara f/4.5.

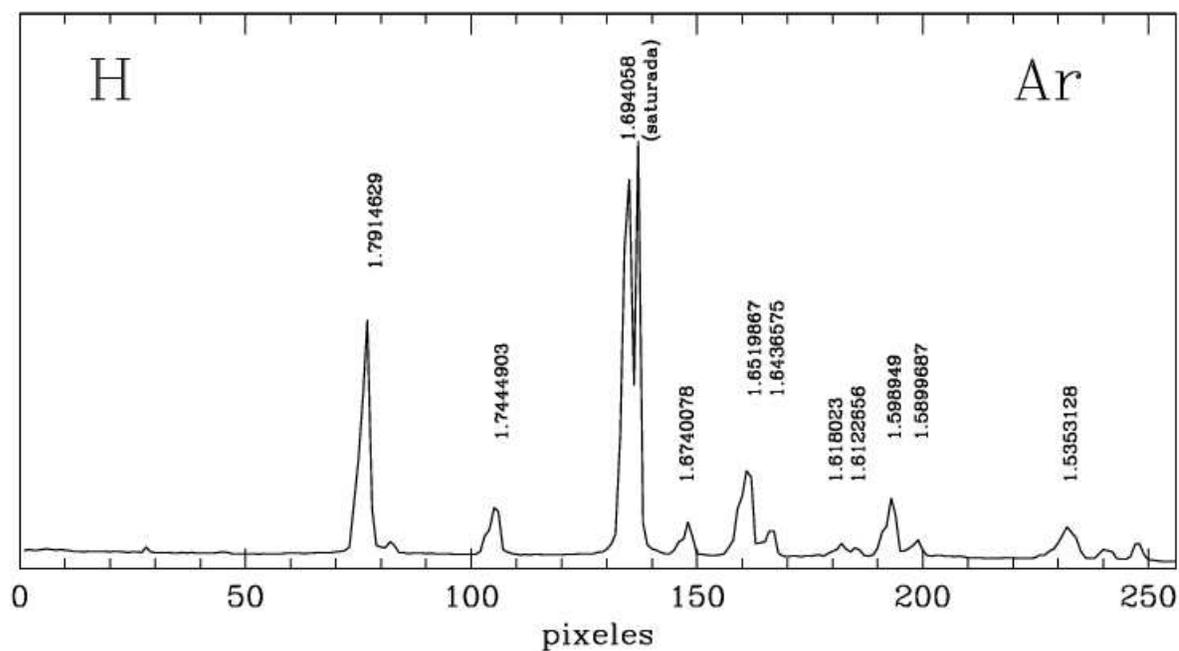


FIGURA 6.3: Identificación de las líneas de la lámpara de Ar. El espectro fue obtenido usando el filtro H en la posición del motor de pasos **3760** y la cámara f/4.5.

En la Figura 6.3 se muestra el espectro obtenido con la lámpara de Argón, el filtro H y la cámara f/4.5. El espectro fue obtenido en la posición del motor de pasos **3760**.

La calidad de los espectros en las Figuras 6.1 a 6.3 no es óptima, lo cual puede notarse del ancho de las líneas. Sin embargo, estas figuras son útiles como referencia para identificar las líneas al calibrar en longitud de onda sus espectros.

Si tiene dudas con la identificación de las líneas de la lámpara puede consultar la lista de líneas para la lámpara de Argón que se presenta en Nahari Rao (1966).

## 6.5. Orientación de la rendija respecto del cielo.

Con la configuración habitual de CAMALEON en la platina del telescopio, es decir, con el crióstato de Camila apuntando hacia el norte, la orientación de la rendija es Este-Oeste. Al inicio de una temporada de observación con CAMILA-CAMALEÓN en modo espectrógrafo verifique que la rendija está correctamente alineada Este-Oeste con el cielo. Seleccione el filtro  $K'$  y ponga los elementos de CAMALEON en modo imagen directa: Rendijas en **Posición vacía**, rejillas en **Espejo** y lámparas en **Fuera**. Centre una estrella visible fácilmente (magnitud 6 o 7). Cambie la posición del menú **Rendijas** a la rendija que va a usar para sus observaciones. Coloque la estrella en uno de los bordes de la rendija y mueva el telescopio con la paleta de mano en la dirección Este-Oeste para verificar que la rendija está bien orientada. En caso contrario pida al asistente que rote un poquito la platina hasta que consiga orientar correctamente la rendija. Esto es importante si va a usar secuencias de tipo **espectrin** que hacen offsets del telescopio en dirección Este-Oeste.

En caso de que sus observaciones lo requieran, es posible rotar la platina del telescopio para orientar la rendija en direcciones distintas de Este-Oeste. En ese caso debe tener en cuenta que la infraestructura de CAMILA-CAMALEÓN no permite rotar la platina en cualquier momento de la noche debido a la configuración del cableado de la electrónica y las mangueras de los refrigeradores. También es importante tener en cuenta que, una vez que se rote la platina del telescopio éste deberá ser rebalanceado. Este proceso requiere por lo menos 40 minutos para realizarse. Por todo lo anterior es recomendable que el rotar la platina y rebalancear el telescopio se haga por la tarde. Si lo requiere, avise al astrónomo residente en turno.

## 6.6. Tomando espectros con CAMILA-CAMALEÓN.

Para tomar espectros con CAMILA-CAMALEÓN deberá primero colocar o “centrar” el objeto en estudio sobre la posición donde está la rendija. Esto se logra con

imágenes en modo de imagen directa y se describe el proceso en la sección 6.6.2. Cuando ya se tiene el objeto sobre la posición de la rendija -que marcó previamente sobre la pantalla-, seleccione en la interfaz de usuario la rendija que va a usar, con el botón **Rendijas**. Hay dos posibilidades: **Rendija ancha** y **Rendija angosta** (revise la tabla 2.3 para detalles de las rendijas). Seleccione el filtro que desee con el botón **Filtros** y la posición de la rejilla que corresponde al filtro (botón **Rejillas**), según el intervalo que desee cubrir. Escriba los valores deseados para el tiempo de exposición, número de lecturas, y número de cosumas (**addups**) en los recuadros correspondientes, escriba el nombre del prefijo y nombre del objeto usando las ventanas de edición que se obtienen al presionar los botones **Nombre base:** y **Nombre del objeto**, respectivamente. Asegúrese de que el botón **Foco** está deshabilitado. Inicie la exposición de su espectro presionando el botón **Exponer**. Mueva el telescopio de modo que pueda obtener un espectro del cielo para restarlo a la imagen con el espectro de su objeto. En la siguiente sección se describe la secuencia **espectrin** muy útil para obtener espectros de estrellas.

### 6.6.1. La secuencia **espectrin**.

Las secuencias para hacer espectros usan los mismos comandos que se han descrito en la sección de observaciones de imagen directa. Puede editar nuevas secuencias sobre el archivo **secuencias** (en **/home/observa/imagenes**). Para detalles sobre los comandos que puede usar en las secuencias revise la sección 5.9.

```

nombre espectrin
e
ofs 4 0
e
ofs 8 0
e
ofs 12 0
e
ofs 16 0
e
ofs 0 0
e
fin

```

TABLA 6.3: Secuencia **espectrin**.

En la Tabla 6.3 se lista una secuencia que resulta muy útil para obtener espec-

tros de estrellas estándares y que puede usarse como base para generar sus propias secuencias de acuerdo a las características de sus objetos. La secuencia genera 6 espectros de objeto que se registran en distintas posiciones a lo largo de la rendija. La secuencia hace pequeños offsets de telescopio en la dirección este (múltiplos de 4"), por lo que será necesario que la posición de inicio (**ofs 0 0**) corresponda a tener la estrella en el extremo este de la rendija (del lado derecho en la ventana de visualización de las imágenes).

Para cualquiera de estos 6 espectros se pueden usar como "cielos" los 5 espectros restantes (salvo que el primer espectro sea una imagen inservible como las que se describen en la sección 5.10). Combinando los espectros con el cielo restado se puede obtener un espectro de mayor señal a ruido y se habrá ahorrado tiempo respecto de hacer espectros de cielo sin estrella.

Para el buen funcionamiento de la secuencia **espectrin** es necesario asegurarse que la orientación de la rendija es Este-Oeste. Para verificarlo lea la sección 6.5.

Si los objetos que observa no son estrellas, puede diseñar secuencias que hagan cielo en diferentes posiciones fuera del objeto.

Con la secuencia **espectrin** es posible usar el programa de control de Camila que mueve el guiador, ya que se usan offsets de telescopio pequeños. Para más detalles revise la sección 3.2.1.

### 6.6.2. Cómo centrar un objeto en la rendija.

Para centrar un objeto en la rendija primero deberá ubicar y marcar la posición de la rendija sobre la ventana de despliegue de imágenes, en la interfaz de usuario. Esto puede hacerlo por la tarde y en adelante no mueva la posición de la ventana de despliegue de imágenes (para no perder la referencia).

#### Cómo conocer la posición de rendija en el detector.

Coloque los elementos de CAMALEON como sigue: seleccione el filtro  $K'$ , en **Rendijas** seleccione la que va a usar, en **Rejillas** seleccione **Espejo** y haga una integración de prueba para verificar si el nivel de iluminación es suficiente para ver la rendija. Si no ve la rendija, mueva la lámpara a la posición que encontró siguiendo el procedimiento descrito en la sección 6.3 y enciéndala. Marque sobre la pantalla de la computadora la posición donde está la rendija (sobre la ventana de despliegue de imágenes). Use un plumón borrable y cuide de no dañar la pantalla.

Otro modo de ver la rendija es usar la posición **Rejilla en orden 0** en el menú **Rejilla**. La posición de la rendija que se obtiene con esta opción está un poco desplazada respecto de la que se obtiene al usar la opción **Espejo**. La diferencia principal entre usar estas opciones es que con **Rejilla en orden 0** se atenúa la luz que incide sobre el detector por un factor de aproximadamente 6.

En la figura 4.2 se muestra la posición de la imagen de la rendija con las dos cámaras usando la opción **Espejo** en el menú **Rejillas**.

### Centrando un objeto.

El procedimiento para centrar un objeto, suponiendo que va a usar una secuencia tipo **espectrin**, es como sigue:

1. Coloque los elementos de CAMILA-CAMALEÓN en modo imagen directa: seleccione el filtro que va a usar, y en **Rendijas: Posición vacía**, en **Lámparas: Fuera**, en **Rejilla: Espejo**. Haga integraciones en modo FOCO (exposiciones sucesivas activando el botón **Foco** y enseguida **Exponer**) y mueva el telescopio de manera que el objeto en estudio quede sobre la rendija (use las marcas que hizo de la imagen de la rendija).
2. Busque una estrella de guía que ayudará a verificar el buen funcionamiento de la secuencia que va a usar.
3. Cambie la posición de las rendijas a la que corresponde a la rendija que va a usar (**Rendija ancha** o **Rendija angosta**) y verifique que el objeto permanece dentro de la rendija. Esto será posible en la medida que su objeto sea brillante. Si no lo es deberá cuidar de centrarlo lo mejor posible en el paso 1.
4. Verifique que los movimientos que hará la secuencia que va a usar mantendrán el objeto dentro de la rendija. Esto es, con la paleta de mano del telescopio haga los offsets que ha programado en la secuencia, de modo que verifique la posición del objeto dentro de la rendija según lo ha programado en la secuencia. En cada paso marque la posición de la estrella de guía en la pantalla del guiador. Lo que será muy útil para tener una referencia que indique si el objeto se salió de la rendija.
5. En la computadora *ccds\_2m* que se localiza a la derecha del monitor del guiador, se usa un programa de nombre **Remoto2m** que tiene una ventana donde puede dar offsets fijos al telescopio en segundos de arco (**MANEJO DE OFFSETS**). Ponga el paso de offset en  $0.5''$  por si es necesario corregir la posición del telescopio en función del movimiento de la estrella de guía que se hicieron en el punto 4.
6. Si va a usar el programa de control de camila que mueve al guiador, no será necesario corregir a mano la posición de la estrella de guía ya que con ese programa se puede autoguiar. Para detalles revise la sección 3.2.1.

7. Si va a observar estrellas u objetos brillantes, puede ahorrar tiempo usando para centrar la opción **Rejilla en orden 0**, en vez de usar el modo de imagen directa. Recuerde que la posición de la rendija sobre el detector no es la misma cuando se usa la Rejilla en **Espejo** respecto de **Rejilla en orden 0**.
8. Una vez centrada la estrella puede tomar un espectro. Cambie la posición de la rejilla a la que corresponde al filtro que seleccionó (por ejemplo, si está usando el filtro **J** deberá colocar la rejilla en **Rejilla en j - 2**). Se puede hacer primero un espectro de poco tiempo de integración con el fin de determinar la señal a ruido obtenida y con ello ajustar el tiempo de integración deseado para obtener el espectro final.

### 6.6.3. Cómo tomar el espectros de comparación.

Para la calibración en longitud de onda de sus espectros será necesario obtener espectros de la lámpara de comparación. Procure obtener un espectro de comparación en la misma posición del telescopio donde observe sus objetos (lo cual puede ser al terminar las integraciones de la secuencia de observación). Para obtener este tipo de espectros deberá llevar la posición del carrito de las lámparas a la posición donde encontró que la iluminación no satura el detector. Esto se describió en la sección 6.3. Asegúrese que el filtro, la rendija y la rejilla están en la posición correcta. Encienda la lámpara activando el botón azul justo debajo del botón **Lámparas**, que se tornará rojo mientras la lámpara esté encendida. Para apagar la lámpara deberá presionar nuevamente este botón, que cambiará a color azul. **ES MUY IMPORTANTE NO DEJAR ENCENDIDA LA LÁMPARA MUCHO TIEMPO.**

## 6.7. Imágenes de campo plano para espectroscopía.

Las imágenes de campos planos para espectroscopía son normalmente los mismos que se toman para imagen directa obtenidos con la opción **Espejo** en el menú **Rejillas** (NO en la opción **Rejilla en orden 0**). La obtención de estas imágenes se describe en la parte de imagen directa de este Manual (sección 5.12.1). Recuerde que los campos planos tomados para cada cámara son distintos. Si para sus observaciones usa las dos cámaras, obtenga un conjunto de campos planos para cada una de ellas.

## 6.8. Absorciones atmosféricas.

La absorción atmosférica en el infrarrojo cercano se debe principalmente a vapor de agua. Esta absorción es variable en el tiempo y sus líneas, que son muy numerosas, podrían usarse para calibrar en longitud de onda. Hay también en el cielo bandas

de emisión del OH que deben tomarse en cuenta para el análisis de los espectros. Estas líneas también pueden usarse para calibrar en  $\lambda$ .

Para quitar las líneas atmosféricas de sus espectros se recomienda tomar espectros de estrellas de tipos espectrales tempranos (que tienen pocas líneas) o de un tipo espectral que no interfiera con los objetos en estudio. Estos espectros deberán obtenerse a masas de aire y tiempos similares y cercanos a las observaciones de sus objetos.

Hay varias publicaciones que presentan colecciones de espectros de estrellas de diferentes tipos espectrales y clases de luminosidad que pueden consultarse para apoyar sus observaciones espectroscópicas. Mencionaremos aquí tres publicaciones recientes. Para la banda-K: Wallace y Hinkle (1997), para la banda-H: Meyer et al. (1998) y para la banda-J: Wallace et al. (2000).

## 6.9. Calibración en flujo.

Para hacer la calibración en flujo de sus espectros será necesario obtener espectros de estrellas estándares. Se recomienda usar estrellas no muy débiles con el fin de no gastar mucho tiempo en una integración y obtener una buena señal a ruido de los espectros de estas estrellas. Es muy importante asegurarse que durante la obtención de los espectros la estrella no se salga de la rendija. Esto podría ocurrir fácilmente ya que la rendija es muy angosta. Cuide que sus estrellas estén bien centradas.

## 6.10. Ubicación y encabezados de las imágenes con espectros.

Los archivos de las imágenes, al igual que las imágenes de imagen directa, son escritos en formato FITS directamente en el directorio `/home/observa/imagenes` en la computadora *sonaja* (IP 132.248.0.2). Para más detalles revise la sección 5.8 de este Manual.



# Capítulo 7

## Observando con el Etalón Fabry-Perot.

El etalón que se usa en Camila es un **ET-50 FP** que cubre un intervalo espectral de 1 a 2.5  $\mu\text{m}$ . La separación de las placas del etalón es controlada por actuadores piezoeléctricos y un controlador Queensgate (Modelo CS100). Una referencia para el proceso de reducción de datos obtenidos con el etalón se puede consultar en Salas et al. (1999).

### 7.1. Operación del etalón Fabry-Perot.

El etalón funciona conjuntamente con la cámara f/4.5 de CAMILA/CAMALEON. La cámara f/13.5 queda excluida debido al escaso espacio en el banco óptico, que hace necesario desmontarla para instalar el etalón. El etalón Fabry-Perot se controla mediante el CS-100 Queensgate y una computadora asociada al mismo. El observador podrá mover la posición del etalón desde la ventana principal de la interfaz de usuario.

Es importante notar que la verificación del paralelismo del etalón es responsabilidad del astrónomo que va a usar el instrumento, por lo que deberá estar presente en el observatorio un día antes de que inicie oficialmente su temporada de observación (ver la sección 7.3).

### 7.2. Instalación del etalón Fabry-Perot.

El etalón debe instalarse cuando menos 8 horas antes de que inicien las observaciones para garantizar que el banco óptico del espectrógrafo (CAMALEON) pueda enfriarse. Para instalar el etalón es necesario quitar la cámara f/13.5, instalar el tope mecánico para que el mecanismo de las cámaras no pueda moverse, instalar el etalón

con el lado rugoso viendo hacia la cámara (será necesario quitar el baffle que hay entre la rejilla/espejo y el carro de las cámaras). Se debe tener a la mano una llave allen de 3 mm. Si se desea verificar el paralelismo del etalón, el procedimiento deberá hacerse antes de instalarlo en CAMALEON, esto significa por la mañana (aproximadamente a las 8:30 am). Verifique que las conexiones eléctricas necesarias están habilitadas. Encienda el Queensgate verificando que se tienen los valores listados en la Tabla 7.1 y que la perilla de tiempo de respuesta (**response time**) marque 0.2 ms según la escala azul (ver figura 7.2). Encienda la PC asociada al Queensgate. Note el orden en que deben ser encendidos el Queensgate y su PC asociada: primero el Queensgate y luego su PC asociada.

Parámetro	X	Y	Z
Quadrature	4.06	3.86	3.72
Paralelism Coarse	0	-1	-2
Paralelism Fine	2.26	6.12	6.24

TABLA 7.1: Parámetros del Queensgate (Modelo CS100).

### 7.3. Cómo verificar el paralelismo.

Únicamente se puede verificar el paralelismo ópticamente cuando el etalón aún no ha sido instalado en CAMALEON. Este procedimiento es responsabilidad del astrónomo que va a usar el instrumento. Es recomendable hacerlo por la mañana entre las 8 y las 9am, antes de que CAMILA-CAMALEÓN sea instalado en el telescopio; con el fin de que haya tiempo suficiente para enfriar el banco óptico de CAMILA-CAMALEON. Por lo anterior será necesario llegar al observatorio un día antes del inicio oficial de su temporada de observación.

Para verificar el paralelismo se deben conectar los cables que llevan al etalón (que se localizan fijos en el banco óptico de CAMILA-CAMALEON), encender el controlador Queensgate y proceder a cerrar el lazo de posición (ver sección 7.4). La Figura 7.1 muestra una fotografía del etalón.

Los valores del paralelismo X y Y de la Tabla 7.1 corresponden a los valores en los que se han mantenido desde enero de 1997 hasta agosto de 2004. Un cambio en estos valores afecta los ángulos de tip y tilt del paralelismo, por lo que se debe verificar que los movimientos se realicen.

Para verificar el paralelismo, deberá observar una fuente de luz extendida a través del etalón. Es necesario que la fuente de luz tenga líneas en emisión, no use una fuente de luz continua. Esta fuente puede ser una de las lámparas de halógeno que

se localizan en el piso de la cúpula del telescopio o la lámpara de mercurio que tiene en custodia Esteban Luna. Una vez que se ha cerrado el lazo de posición, es decir, que se ha logrado pasar la perilla **mode** a la posición **operate** exitosamente, recorra con el ojo el etalón en las direcciones X y/o Y. Debe observar que los anillos de fabry no se mueven. Si este es el caso, el etalón está paralelizado. En caso contrario, deberá mover en pasos pequeños las perillas de paralelismo (**Paralelism Fine o Coarse**) hasta paralelizar el etalón.



FIGURA 7.1: Fotografía del etalón Fabry Perot.

## 7.4. Cómo cerrar el lazo de posición.

El controlador Queensgate se encarga de mantener las placas del etalón paralelas entre sí, con libertad de inclinarse en dos direcciones perpendiculares (X y Y). También se pueden hacer desplazamientos en el eje Z, aumentando o disminuyendo la separación de las placas. La Figura 7.2 muestra una fotografía del controlador Queensgate en la que se han identificado las perillas. Use esta figura como referencia en el procedimiento para cerrar el lazo de posición.

Para que el servosistema del Queensgate controle el paralelismo mientras se varía la separación, es necesario cerrar el lazo de posición, como sigue:

1. Poner el Queensgate en modo **local**. El sistema está en modo **local** cuando el foco rojo que dice **disable** está apagado. En caso de que el foco **disable** esté

encendido, presione el botón **Abre lazo** del menú que se obtiene al presionar el botón **Fabry**, en la ventana principal de la interfaz de usuario. En algunas ocasiones no se consigue apagar el foco rojo **disable**, hasta que se apaga la PC asociada al Queensgate. Si este es el caso, deberá poner el sistema en modo **local**, apagar la PC asociada al Queensgate y encender nuevamente esta PC hasta después de realizar exitosamente el punto 6 de este procedimiento.

2. Poner la perilla **mode** en la posición **balance**. Poner la perilla **meter display** en **offset**, de modo que la lectura de las agujas indiquen la posición del offset.
3. Con las perillas en la parte izquierda del Queensgate, poner los valores para los parámetros **Paralelism Coarse y Fine** listados en la Tabla 7.1; o los valores que se encontraron al paralelizar el etalón. Verificar que las agujas están cerca de cero. Si no lo están, mover las perillas **Coarse y Fine** hasta acercarlas al valor cero.
4. Pasar la perilla **meter display** a **quadrature**. Con la perilla **quadrature**, que se localiza en el lado izquierdo del Queensgate, poner los valores que se dan para este parámetro en la Tabla 7.1. Verificar nuevamente que las agujas estén cerca de cero.
5. Pasar la perilla **mode** a **operate**. Debe encenderse el foco verde que está arriba de esta perilla. Si por el contrario se enciende el foco rojo de **out of range**, regresar al punto 1 y tratar de hacer cero los indicadores de las agujas.
6. Llevar los valores de **Paralelism X y Y** a los valores de la Tabla 7.1, o bien a los valores que se hayan obtenido al paralelizar (ver sección 7.3). Si durante este procedimiento se prende nuevamente el foco **out of range**, deberá regresar al punto 1. El éxito del procedimiento podría requerir varias repeticiones desde el punto 1. Si no consigue pasar a modo **operate** después de un número razonable de intentos, llame al personal técnico.

#### 7.4.1. Pasar a modo de operación.

Para que la computadora pueda controlar la separación de las placas del etalón, debe tener comunicación y control del Queensgate. Primero deberá estar cerrado el lazo de posición (ver sección 7.4). En seguida, encender la PC asociada al Queensgate (si la ha apagado durante el proceso de cerrado el lazo de posición), que se encarga de las comunicaciones con las otras computadoras de Camila. Verificar que el programa tome el control del etalón. En la interfaz de usuario presione el botón **Cierra lazo**. En este momento se debe encender el foco rojo que dice **disable**, mientras que, simultáneamente está encendido el foco verde que dice **operate**.

Aún cuando se sigan exitosamente los pasos señalados, será necesario verificar que el sistema funciona correctamente. Es decir, deberá verificar que los anillos de interferencia se desplazan al cambiar la posición del etalón según se describe en la siguiente sección.

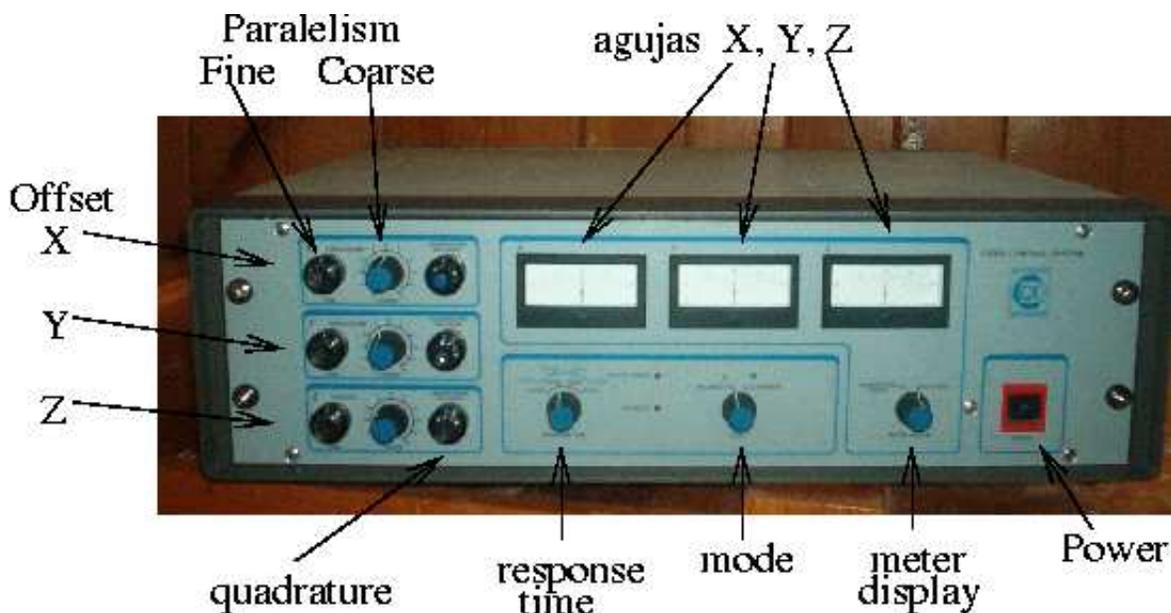


FIGURA 7.2: Fotografía de la parte frontal el controlador Queensgate, donde se ha indicado la localización de las perillas que se usan para paralelizar y cerrar el lazo de posición (ver texto).

#### 7.4.2. Verificando que funciona el sistema.

Es necesario verificar con cierta frecuencia que el etalón está funcionando, una vez que se ha instalado en el CAMALEON. Al menos es indispensable verificarlo al principio de cada noche. Lo primero que debe notarse es que se encuentren encendidos el foco verde (**operate**) y el rojo (**disable**) en el controlador CS-100 de Queensgate. Cualquier otra configuración indica que se ha salido de control y hay que proceder a ponerlo nuevamente en operación (secciones 7.4 y 7.4.1). Si los focos están encendidos como se ha indicado en la sección 7.4.1, esto aún no es garantía de que el sistema está funcionando correctamente. En ocasiones, particularmente durante el día, algún evento ocasiona que la PC deje de comunicarse con el controlador. Debe verificar que se muevan los anillos. En caso que no se muevan habrá que proceder nuevamente a cerrar el lazo de posición y poner en modo de operación el sistema.

Para verificar que se mueven los anillos se sugiere colocar el filtro 5 ((**H**) y observar luz difusa del cielo haciendo imágenes consecutivas con el botón **Foco**.

Se deben observar los anillos nítidamente (aproximadamente 6 píxeles de FWHM). Entonces proceder a mover las placas del etalón al menos a las posiciones -1200, 0 y 1200 (3 posiciones extremas) y algunas intermedias. Debe observarse que los anillos se mueven, esto es, que cambian de posición. Otra opción de iluminación para esta prueba es colocar el filtro 6 (**[FeII]**), poner el difusor de la rueda de aperturas (botón **Rendijas**) y encender alguna lámpara de comparación.

# Capítulo 8

## Observando con el polarímetro de CAMILA-CAMALEON.

CAMILA-CAMALEÓN tiene la capacidad de hacer polarimetría añadiendo al sistema de adquisición de imagen directa un polarizador. Este dispositivo está motorizado lo que hace muy sencillo la obtención de las imágenes rotando el polarizador. El sistema de polarimetría funciona con ambas cámaras ( $f/4.5$  y  $f/13.5$ ). El polarizador se instala dentro del banco óptico de CAMILA-CAMALEON, enseguida de la ventana de entrada, y, una vez instalado, es el primer elemento óptico que encuentra el haz del telescopio. La técnica de observación con este instrumento consiste en obtener imágenes a diferentes ángulos del polarizador (por ejemplo:  $0^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $90^\circ$  y  $135^\circ$ , respecto a una referencia arbitraria) y con ellas obtener los parámetros de Stokes normalizados  $U/I$  y  $Q/I$ .

La posición del polarizador se controla con un motor a pasos instalado dentro del banco óptico (ver Figura 8.1). El observador puede mover el ángulo del polarizador desde la ventana principal de la interfaz de usuario, según se describe en la sección 8.5. La adquisición de las imágenes se realiza de la misma manera que para imagen directa, como se describe con detalle en el capítulo 5.

### 8.1. Instalación del polarímetro.

El polarizador debe instalarse cuando menos 8 horas antes de que se inicien las observaciones, para garantizar que el banco óptico del espectrógrafo (CAMALEON) pueda enfriarse.

El motor del polarizador mueve la montura de giro del polarizador a través de una banda de precisión. Esta banda se mueve mediante la unidad de control que se muestra en la Figura 8.2. El control de motores y la fuente de alimentación del polarizador están adheridos a una placa que se instala en la platina del telescopio. Se debe atornillar a la platina usando el agujero central en la placa.

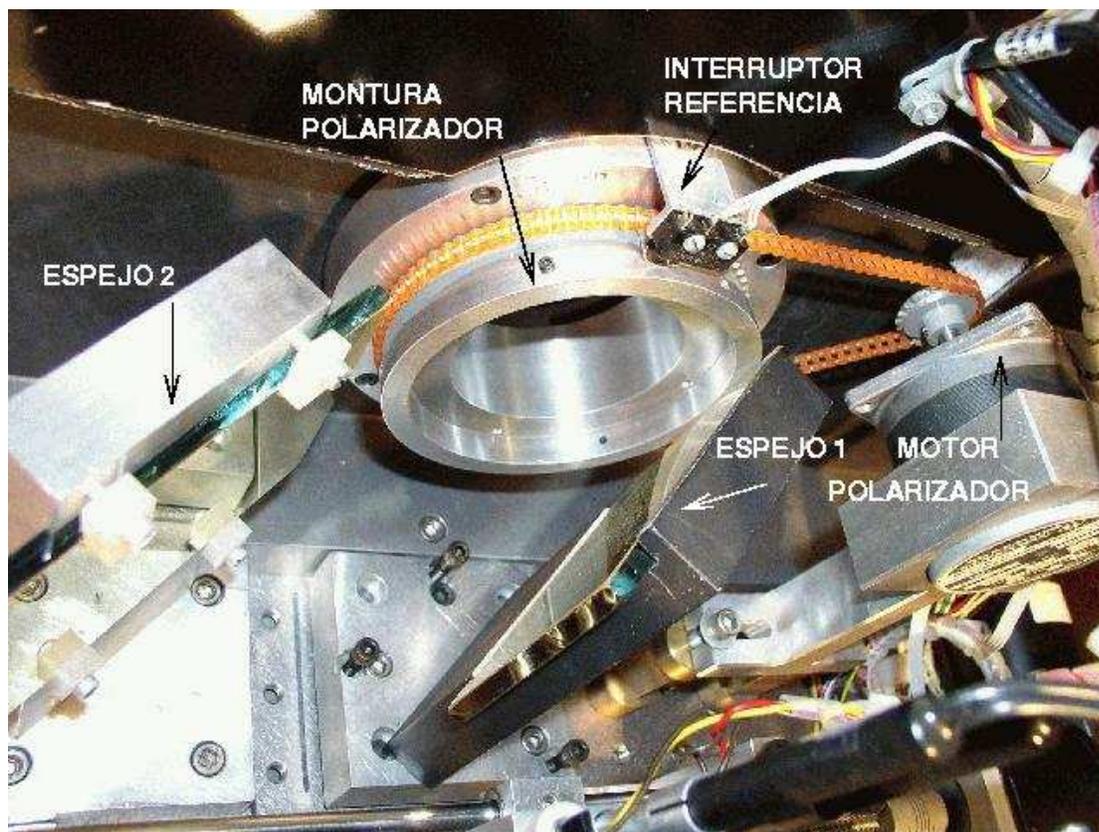


FIGURA 8.1: Acercamiento de la ventana de entrada al banco óptico de CAMILA-CAMALEON (interior), donde se indican las posiciones de la montura para el polarizador, el motor que mueve el polarizador y los primeros dos espejos que guían el haz del telescopio hacia el detector. Al instalarlo tome las precauciones necesarias para no tocar los espejos.

Conectar la fuente de alimentación a 115 V CA. Enseguida, conectar el control de motores al puerto serie de la computadora *sonaja* (usando el puerto **COM 1**). Conectar también el control de motores al conector etiquetado como **Polarizador**, que se localiza al frente de CAMALEON.

Abra la interfaz de usuario de CAMILA-CAMALEON en la computadora *sonaja* (vea la sección 3.1) y luego acceda al control del polarizador como se describe en la sección 8.3. Con la ventana de edición del movimiento del polarizador mueva a la posición de referencia, ángulo 0 (cero), con el fin de inicializar el mecanismo de movimiento del polarizador.

El siguiente paso es instalar el polarizador en su montura dentro del banco óptico de CAMILA-CAMALEON. Coloque el polarizador dentro de la montura. La posición correcta es que la etiqueta **Molectron** quede hacia arriba. Al colocarlo haga coincidir la marca en el borde del polarizador (un pequeño puntito) con la marca en

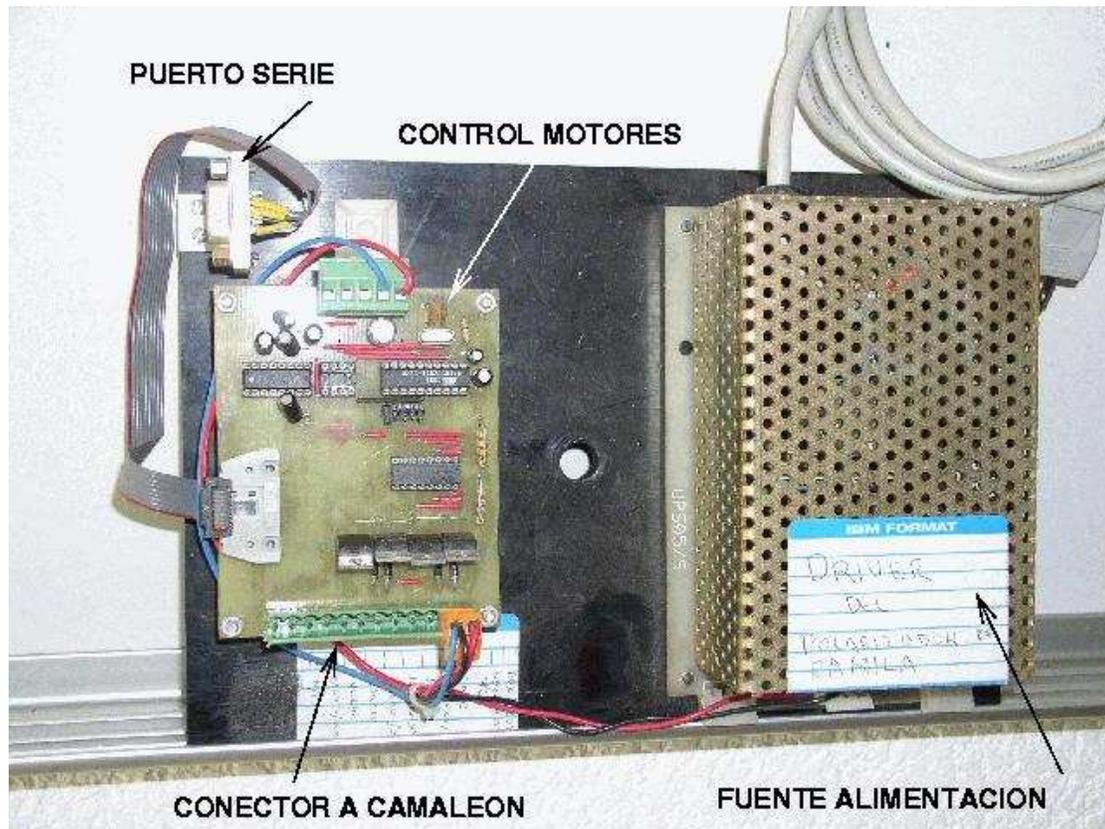


FIGURA 8.2: Electrónica del control de motores del polarizador y la fuente de alimentación de la electrónica.

la montura del polarizador. Fije el polarizador usando los tornillos opresores para sujetarlo. Hacer coincidir las marcas mencionadas resulta importante, porque con ello estaremos usando la misma referencia cada vez que se instale el polarizador.

**NOTA:** Al instalar el polarizador se debe tener mucho cuidado de no tocar o rayar los espejos 1 y 2 del banco óptico de Camila (ver Figura 8.1). Antes de cerrar el banco óptico de CAMALEON, verifique que el polarizador se mueve a diferentes posiciones, usando la ventana de edición del movimiento del polarizador en la interfaz de usuario.

En la Figura 8.3 se presenta una fotografía del polarizador que se instala en CAMILA-CAMALEON. La cara que se ve en esta figura es la que debe quedar hacia arriba.



FIGURA 8.3: Fotografía del polarizador que se instala en CAMILA-CAMALEÓN. El lado que se muestra en esta figura es el que debe quedar hacia arriba.

## 8.2. Características del polarizador.

El polarizador que se usa en CAMILA-CAMALEÓN para hacer polarimetría es un grisma marca **Graseby specac**, cuya región de transmisión está entre 2.1 y 10  $\mu\text{m}$ .

En las figuras 8.4 y 8.5 se presentan las curvas de transmisión del polarizador **Graseby specac**. El eje de la ordenada en ambas gráficas es la transmisión y va de 0 a 100 % y el eje de la abscisa es longitud de onda. Las dos curvas que se presentan marcadas con los números 1 y 2 corresponden a usar el polarímetro a 0° (1) y rotado a 90° (2).

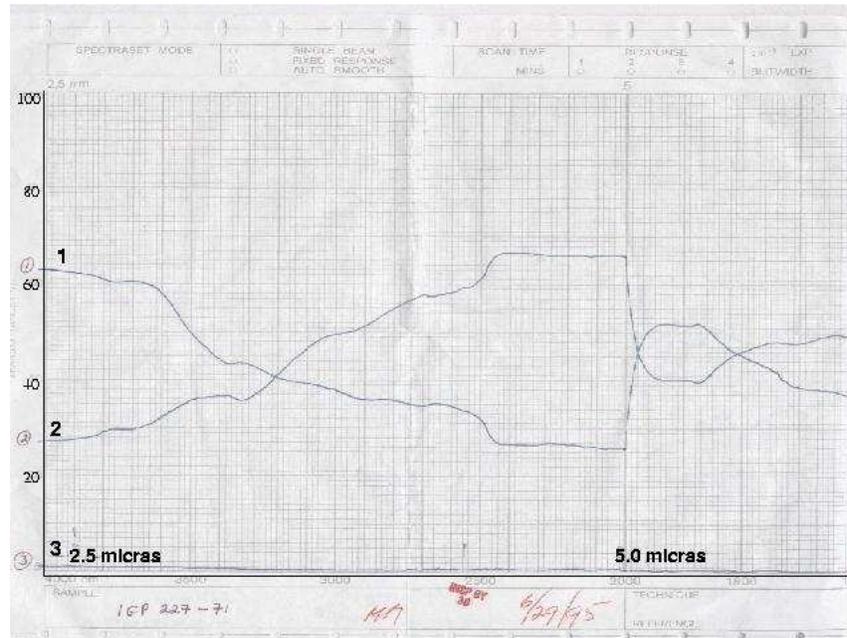


FIGURA 8.4: Curva de transmisión del polarizador entre 2 y 6  $\mu\text{m}$ .

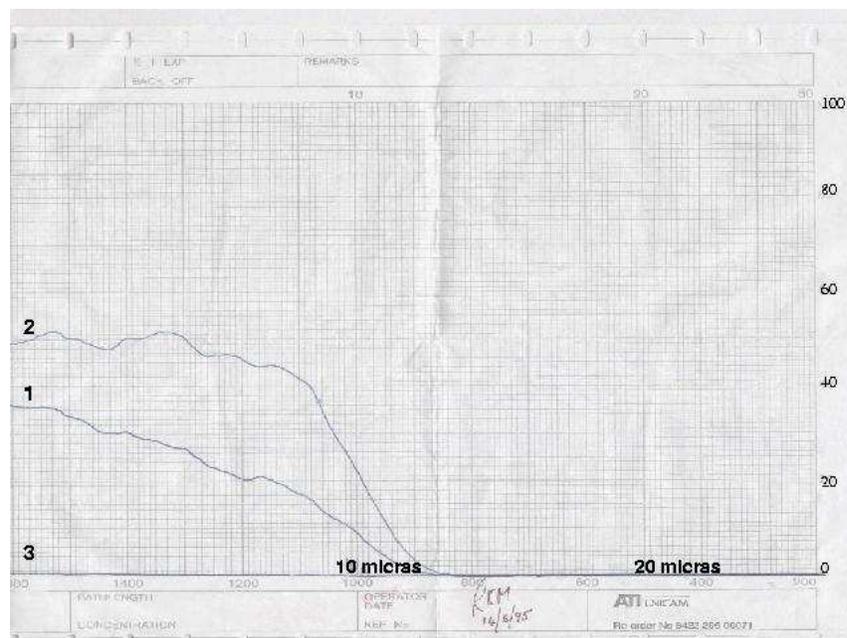


FIGURA 8.5: Curva de transmisión del polarizador entre 6 y 20  $\mu\text{m}$ .

### 8.3. Cómo acceder a la ventana de control del polarizador.

Para acceder a la ventana de control de la separación entre las placas del etalón, deberá estar abierta la interfaz de usuario de Camila. Enseguida presione simultáneamente las teclas **Ctrl**, **Shift** y **P**. Esto abrirá una pequeña ventana como la que se muestra en la Figura 8.6.



FIGURA 8.6: Ventana de control del polarizador.

La ventana **Polarizador** tiene dos ventanas de edición: **Deseada** y **Delta**, donde el usuario puede escribir el ángulo deseado y el tamaño del incremento para mover el polarizador, respectivamente. Las unidades de estas ventanas son grados. La ventana **Real** mostrará la posición real donde se encuentra el polarizador. La ventana **Mensajes** indicará mensajes sobre la situación general de la comunicación del sistema. Hay dos opciones: **Todo OK** cuando todo está funcionando correctamente y, en caso contrario, **No hay comunicación**.

El botón **Mueve a ..** activará el valor que se ha escrito en la ventana de edición **Deseada**. El botón **Incrementa** activará el valor que se ha escrito en la ventana de edición **Delta**, lo cual moverá el polarizador a la posición  $\text{Real} + \text{Delta}$ .

## 8.4. Cómo inicializar el polarizador.

Para inicializar el polarímetro presione el botón **Inicializa** en la ventana del Polarizador. Este proceso debe hacerse al inicio de su temporada de observación y cada vez que quiera asegurarse que el polarizador no ha perdido su referencia. Otra opción para inicializar el sistema es mover el polarizador al ángulo 0 (cero), usando la ventana de edición del movimiento del polarizador (**Deseada**).

## 8.5. Cómo cambiar el ángulo del polarímetro.

En la ventana de edición del movimiento del polarizador, **Deseada**, de la interfaz de usuario de CAMILA-CAMALEÓN se edita el ángulo (en grados) al que se desea mover el polarizador. Una vez que se ha llegado al ángulo solicitado se puede proceder a tomar imágenes con el proceso estándar para hacer imagen directa y usando una secuencia adecuada para su proyecto científico. Los detalles de la adquisición de imágenes y el uso de secuencias se describen en el capítulo 5.



# Capítulo 9

## Posibles Problemas y Soluciones.

1. **No se ve imagen en el detector.** Apunte a una estrella de magnitud 5, si ésta no se ve en el detector verifique el posicionamiento del telescopio y que la posición del filtro que se lee en la carátula de la perilla acoplada al motor corresponde a la que se lista en la Tabla 2.2. Verifique también la posición de las lámparas, rejillas y rendijas. Si aún no se ve la imagen en el detector, inicialice uno a uno las diferentes ruedas y carritos del banco óptico verificando después de cada inicialización si se obtiene la imagen de la estrella en el detector.
2. **Viñeteo en el detector.** Si nota sombras con forma circular sobre la imagen del detector verifique que la posición del filtro en la carátula de la perilla acoplada al motor corresponde a la que se lista en la Tabla 2.2, una posición errónea de la rueda de filtros causará viñeteo en los bordes Este u Oeste del detector. Verifique también la posición de las lámparas, rejillas, rendijas y cámaras. La rueda de rendijas causará viñeteo en los bordes Este u Oeste del detector. Si se está usando el espectrógrafo la rendija se verá inclinada. Si el viñeteo se observa en los bordes Norte o Sur es probable que el problema sea la posición de la cámara elegida. Se deberán inicializar los diferentes elementos del banco óptico, si el problema continúa siga los procedimientos para alinear la óptica del espectrógrafo (ver sección 4.1).
3. **No se ve el espectro en el detector.** Si no se obtiene el espectro en el detector verifique que la posición del filtro en la carátula de la perilla acoplada al motor corresponde con la del filtro que va a usar. Verifique también la posición de las lámparas, rejillas y rendijas. Si está haciendo un espectro de lámpara de comparación verifique que ha encendido la lámpara. Si aún no se obtiene el espectro puede ser que la posición de la rejilla sea errónea o que la rueda de rendijas no está en el lugar correcto o que la lámpara no se ha encendido o está dañada. Proceda a inicializar cada uno de los elementos del espectrógrafo (ver sección 3.3.3) verificando a cada paso si el problema de

ausencia de espectro persiste.

4. **El ruido de fondo aumenta.** Si el nivel de ruido de la radición de fondo en las imágenes ha aumentado con respecto a los valores que tenía inicialmente, esto puede deberse a dos razones: es necesario rellenar el crióstato de Camila con nitrógeno líquido o el refrigerador que enfría el banco óptico de camila ha perdido eficiencia. Verifique la hora a la que se rellenó la última vez el crióstato de Camila . Podría ocurrir que en alguna posición extrema se haya “tirado” el nitrógeno del crióstato. Verifique la temperatura de los refrigeradores. Para esto debe cambiar la perilla a **bath temp** y el indicador debería estar por debajo de  $-30^{\circ}$ . Si no es el caso, se deberán apagar los refrigeradores por unos 15 minutos y pedir al asistente que verifique el nivel de alcohol refrigerante. A veces con humedad excesiva (especialmente en el verano) el sistema de refrigeración se bloquea, por lo que es necesario permitir que se caliente ligeramente para forzarlo a que funcione adecuadamente. Otra posibilidad que puede aumentar el ruido de fondo es cuando se usan muchos **addups**, este proceso calienta al detector de Camila, por lo que deberán disminuirse los **addups**. Finalmente, los conteos de fondo pueden aumentar por variaciones en el cielo debidas a cambios térmicos, viento y/o nubes.
5. **El detector tiene más ruido o se observan más pixeles calientes.** Esto puede deberse a calentamiento del detector por falta de nitrógeno. Verifique con la tarea **imstat** de IRAF los conteos en las imágenes **<nombre>.b** recién adquiridas en una secuencia. Si los conteos van aumentando significa que el detector está calentándose, por lo que deberá rellenarse el crióstato.
6. **La interfaz ya está abierta y no sabe qué programas está corriendo.** Para distinguir cuál de los dos programas de Control de Camila está activado (el que mueve o el que no mueve al guiador), verifique si hay un asterisco enfrente del nombre de la interfaz de usuario (en la parte superior de la ventana principal): **CAMILA-CAMALEON IAUNAM\***. Si este es el caso, está corriendo el programa que mueve al guiador. Si no hay tal asterisco el programa que está activado no moverá al guiador.
7. **La interfaz de usuario no se abre.** Si al intentar abrir la interfaz de usuario, luego de unos segundos aparece una ventana con el mensaje: **No hay comunicación con la PC de Camila** llame al equipo técnico (astrónomo residente, electrónico) quienes deberán verificar la comunicación entre las computadoras *sonaja* y *camilapc* (IP:102.168.0.14).
8. **La interfaz está bloqueada sin razón aparente.** Verifique que no hay una ventana para llenar datos (prefijo de la imagen, nombre del objeto, la

ventana para elegir secuencias, menú de filtros, etc.) que esté escondida detrás de alguna de las ventanas en el *desktop* donde se está usando la interfaz de usuario. Al cerrar o activar tal ventana se desbloqueará la interfaz.

9. **La interfaz está bloqueada por interrumpir una secuencia.** Si la interfaz se queda bloqueada al interrumpir una secuencia, deberá abrir nuevamente la interfaz de control de Camila. Con esta acción se borrarán todos los procesos asociados a la interfaz de Camila. Generalmente el proceso que bloquea a la interfaz involucra la instrucción **EXPONE**, lo cual puede verificarse mientras la interfaz esta bloqueada escribiendo en una ventana de mandos de la computadora *sonaja*:  
**ps -ax**  
Para abrir la interfaz de control de Camila hay dos opciones: usando los íconos en el menú **Instrumentos nivel 0** en el *desktop* de *sonaja* (ver sección 3.1) o desde una ventana de mandos (ver sección 3.2).
10. **Los controladores de motores no se mueven.** Si al solicitar el movimiento de alguno de los elementos (rendijas, rejillas, filtros, etc.) pasan más de 30 segundos y la ventana con la leyenda “**Favor de esperar...**” no desaparece, es probable que exista un problema de comunicación o uno de los subsistemas está inactivo. Llame al equipo técnico quienes deberán verificar la comunicación. Recuerde que en el caso del movimiento de las cámaras el proceso puede tardar hasta 5 minutos.
11. **Se obtienen imágenes con ceros.** Si al exponer el detector las imágenes que se obtienen contienen sólo ceros es probable que haya problemas con la electrónica de adquisición. Para estar seguros tome otro par de imágenes, si el problema continúa llame al equipo técnico.
12. **Los offsets no funcionan.** Si al usar secuencias con mandos de offsets el telescopio no se mueve, llame al equipo técnico (astrónomo residente, electrónico) quienes deberán verificar la comunicación con la computadora *arbitro* (IP: 192.168.0.13).
13. **Los offsets en las secuencias no funcionan correctamente.** Si al usar secuencias con mandos de offsets los movimientos del telescopio no son como ha diseñado la secuencia, verifique que la sintaxis de los pasos editados en la secuencia es correcta. Otra posibilidad es que la declinación del objeto que lee la interfaz no es correcta. Verifique que las coordenadas que se registran en la interfaz de Camila coinciden con las del telescopio. La interfaz de usuario requiere conocer la declinación del objeto para hacer correctamente los offsets.

14. **El tiempo sideral que se lee en la interfaz es erróneo.** El tiempo sideral que se despliega en la ventana principal se calcula en el programa de camila, usando el tiempo local de la computadora *sonaja*. En caso de que sospeche que el tiempo sideral de la interfaz es erróneo, verifique que la hora local de sonaja sea correcta. En caso contrario llame al Astrónomo Residente en turno para que actualice el tiempo de sonaja con respecto al GPS.
15. **La ventana de movimiento del polarizador indica que no hay comunicación.** Si esto ocurre llame al equipo técnico, quienes deberán verificar que el cable del puerto serie tenga los permisos de lectura y escritura (el dispositivo es `/dev/ttyS0`). Si esto no resuelve el problema apagar y encender el controlador del polarizador.
16. **No entiende qué sucede.** En este caso llame al Astrónomo Residente en turno.

# Apéndice A

## Procedimiento de prueba del instrumento CAMILA.

E. Colorado, L. Gutiérrez.  
REV. B - ENERO 2004

**OBJETIVO.** Este documento describe los pasos necesarios para probar la comunicación del instrumento “Camila” y los diversos subsistemas de la electrónica del instrumento.

### **PROCEDIMIENTO.**

En caso de tener problemas de comunicación con el instrumento, se recomienda seguir los pasos que a continuación se describen. Al final del documento se muestra una figura que representa el diagrama de bloques de este instrumento.

1. Arrancar el sistema activando el ícono del panel de instrumentos en la PC de interfaz de usuario (PC *sonaja*) o tecleando `/usr/local/camila/ncami &` en una ventana de mandos.
2. Si al correr el programa, después de unos segundos aparece una ventana que indica “**No hay comunicación con la PC de Camila**” seguir al paso 3, de lo contrario ir al paso 8, a menos que se tenga duda de alguna conexión.
3. Teclear “**ping 192.168.0.14**” en una ventana de mandos en la PC *router2m*.
  - a) Si el mando falló, revisar el nivel 0 de la red.
  - b) De lo contrario continuar con los pasos siguientes.
4. Teclear “**ping 192.168.0.14**” en una ventana de mandos en la PC *sonaja*.

- a) Si el mando falló, revisar el nivel 1 de la red.
  - b) De lo contrario continuar con los pasos siguientes.
5. Teclear “**ping camilapc**” en una ventana de mandos en la PC *sonaja*.
    - a) Si el mando falló, el problema será el servidor de DNS (PC *alpha*).
    - b) De lo contrario continuar con los pasos siguientes.
  6. Verificar que esté corriendo en el *router2m* el programa **tcl camila\_inter.tcl** usando “**ps-aux**” en una ventana de mandos del *router2m*.
  7. Si no está corriendo, salir del programa gráfico de Camila en la PC *sonaja* y teclear **tcl camila\_inter.tcl &** en una ventana de mandos de la PC *router2m*. Iniciar desde el paso 1.
  8. Si el proceso sí está corriendo, el problema estará en alguno de los subsistemas de la electrónica del instrumento.
  9. Para revisar la conexión entre la PC de Camila (*camilapc*) y el controlador de motores, actívese uno de los botones para mover el mecanismo correspondiente. Se sugiere el mecanismo de rendijas, ya que su movimiento es rápido y produce un sonido fácilmente audible. Al solicitar el movimiento, aparecerá una ventanita con la leyenda “**Favor de esperar...**”. Después de unos pocos segundos, la ventanita desaparecerá y se actualizará el valor de la nueva posición. Nótese el sonido que produce el mecanismo al moverse. En este caso, el controlador de los motores está funcionando correctamente. Si después de 30 segundos la ventanita no desaparece, seguramente existe un problema de comunicación o uno de los subsistemas está inactivo. Revisar el puerto COM1 de la PC de Camila (*camilapc*) y el convertidor a RS-485.
  10. Para verificar la comunicación con la electrónica de adquisición, oprima el botón **Exponer**. Después de aproximadamente 6 segundos deberá aparecer una imagen válida. Si no está funcionando correctamente la electrónica de adquisición, después de alrededor de 20 segundos aparecerá una imagen conteniendo sólo ceros.
  11. Si el paso anterior falló, revisar:
    - a) En la electrónica de la **mochila**:
      - Revisar, usando el osciloscopio, la salida CK del convertidor y el driver correspondiente.
      - Revisar la salida DATA del convertidor y su driver correspondiente.

- b) En la electrónica del generador de fases o en el conector correspondiente en la **mochila**, revisar que las siguientes señales presenten actividad al mandar a exponer una imagen: CLR, LINE, LSYNC, RST, FSYNC, PIXEL. (Se sugiere usar la opción **FOCO** para tener una exposición continua).

Si al utilizar los “offsets” con Camila el telescopio no se mueve, seguir los siguientes pasos:

12. Para probar la comunicación con el arbitro teclear **ping 192.168.0.13** en una ventana de mandos en la PC *router2m*.

1. Si el mando falló, revisar el nivel 0 de la red, revisar y/o reinicializar la PC *camilapc*.
2. De lo contrario revisar la comunicación serie (COM1) entre el arbitro y consola.

13. ¡Suerte!

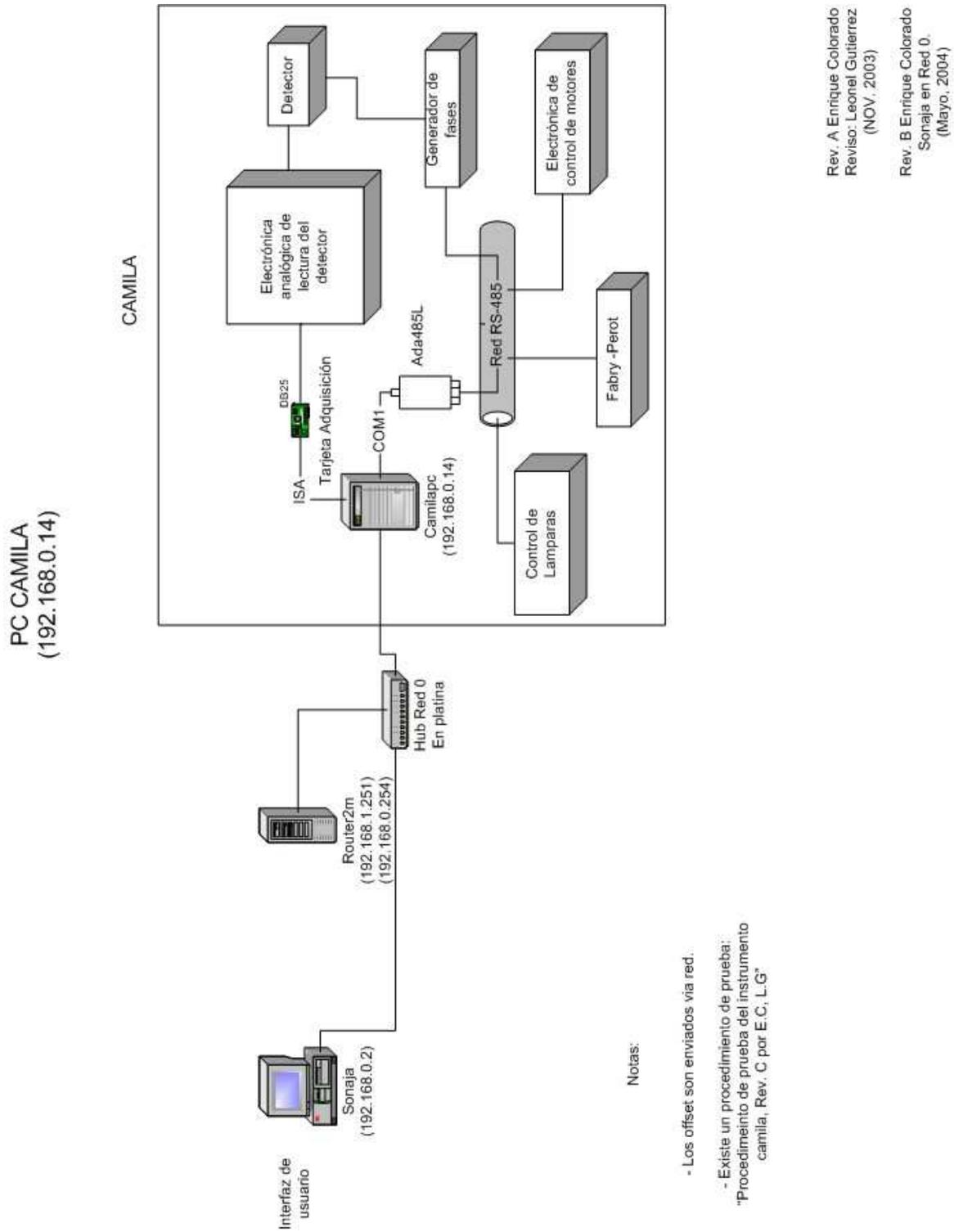


FIGURA A.1: Diagrama general de comunicación del instrumento Camila.

## Apéndice B

### Curvas de transmisión de los filtros en CAMILA-CAMALEÓN .

Las figuras B.1 a B.11 muestran las gráficas con las curvas de transmisión de los filtros instalados en CAMILA-CAMALEÓN actualmente.

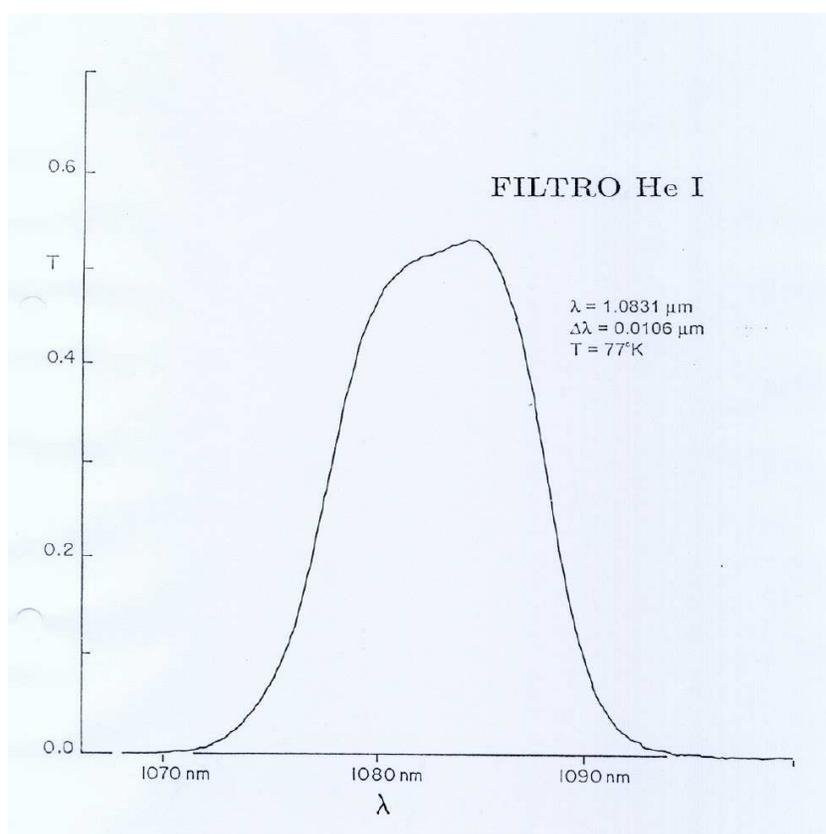


FIGURA B.1: Curva de transmisión del filtro HeI instalado en CAMILA-CAMALEÓN.

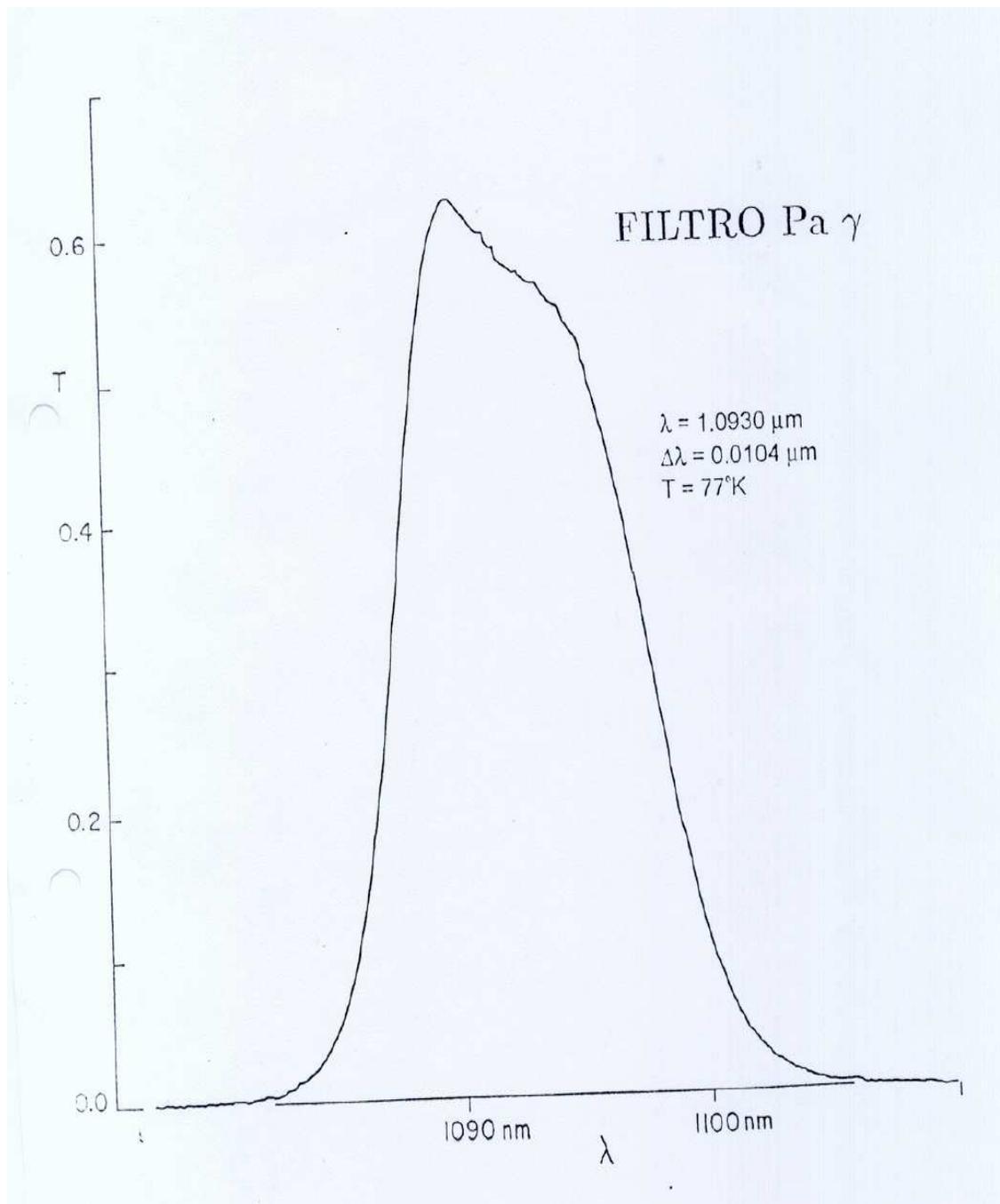


FIGURA B.2: Curva de transmisión del filtro Pa $\gamma$  instalado en CAMILA-CAMALEON.

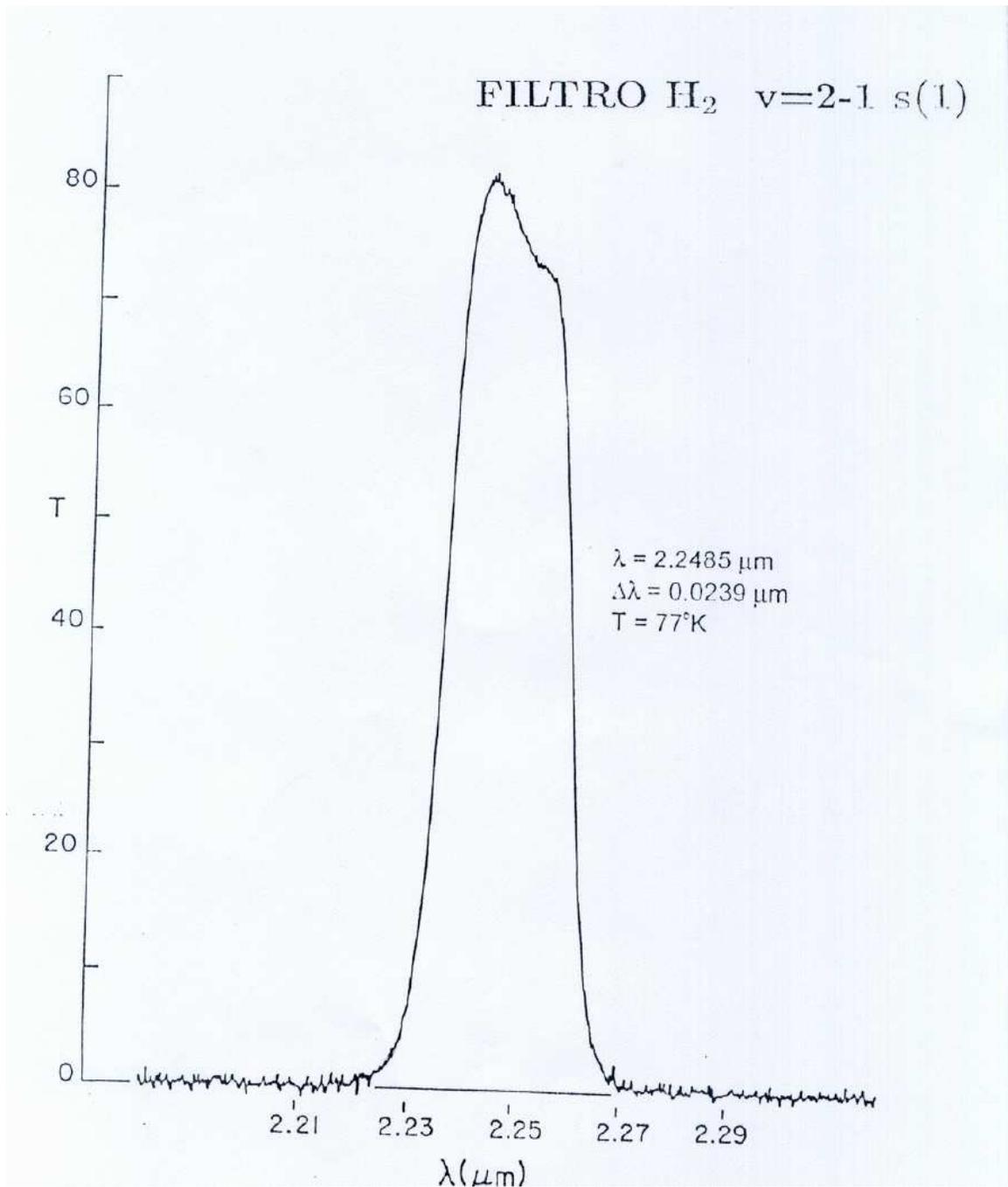


FIGURA B.3: Curva de transmisión del filtro  $H_2$   $v = 2 - 1$   $S(1)$  instalado en CAMILA-CAMALEON.

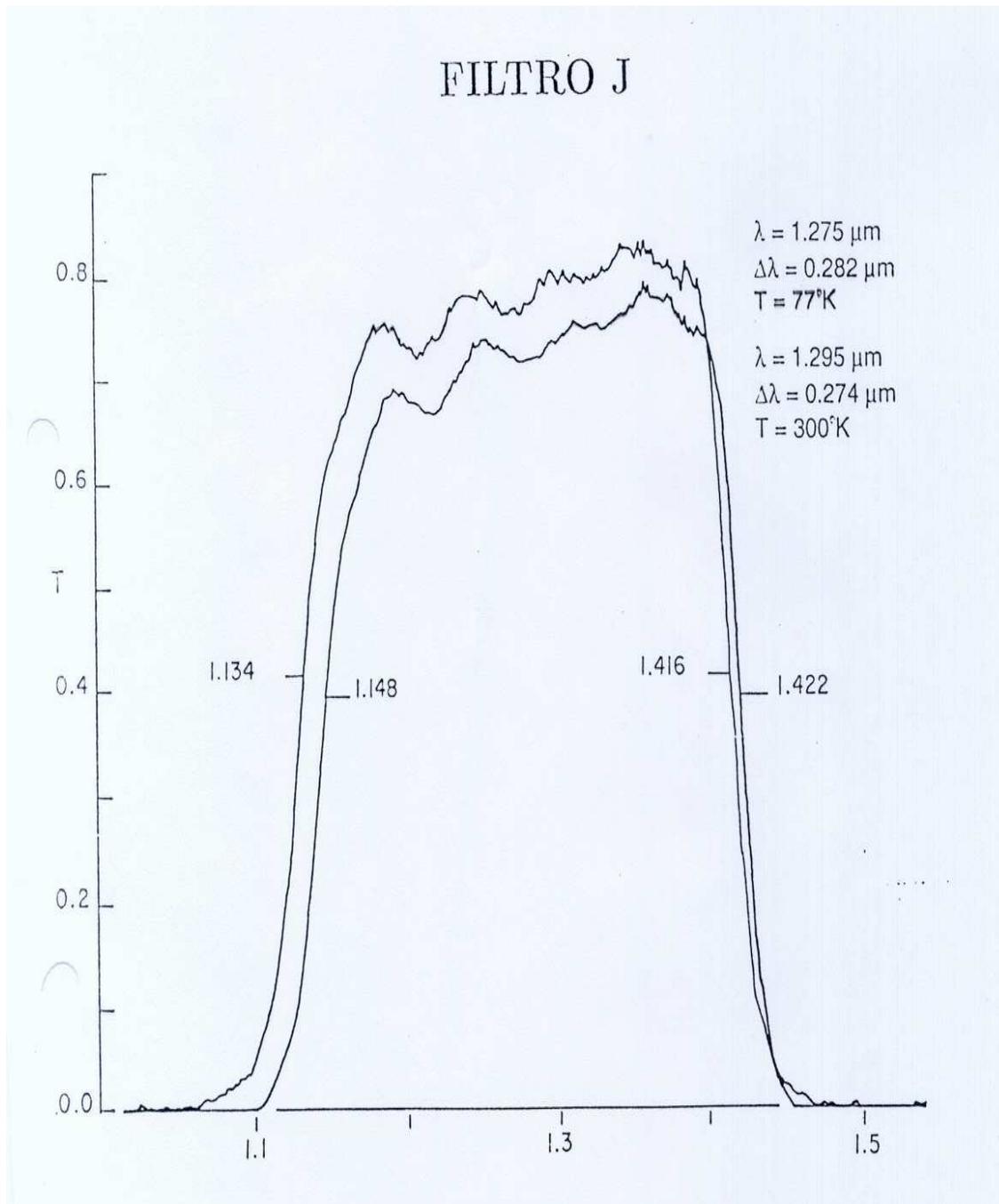


FIGURA B.4: Curva de transmisión del filtro J instalado en CAMILA-CAMALEON.

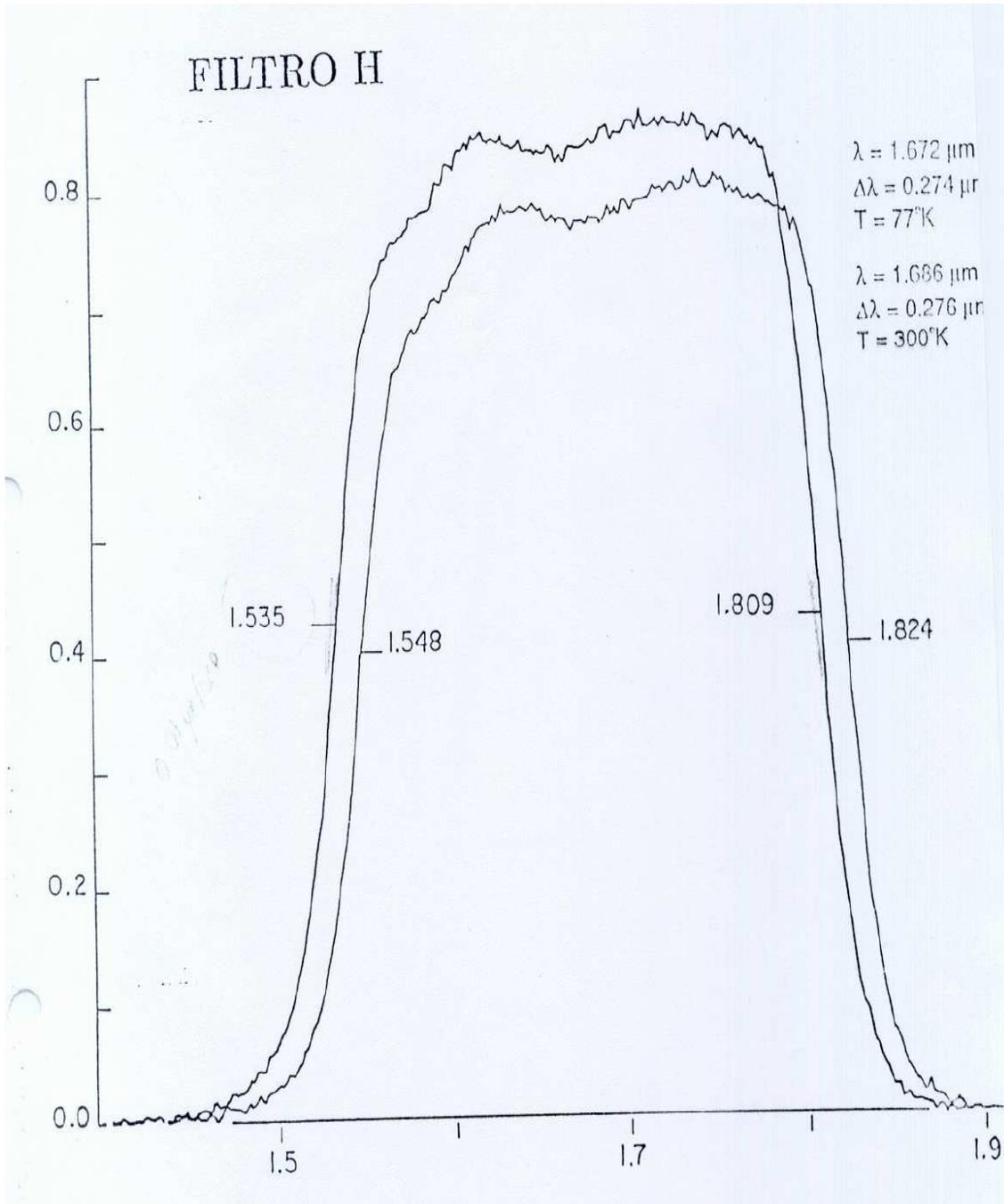


FIGURA B.5: Curva de transmisión del filtro H instalado en CAMILA-CAMALEON.

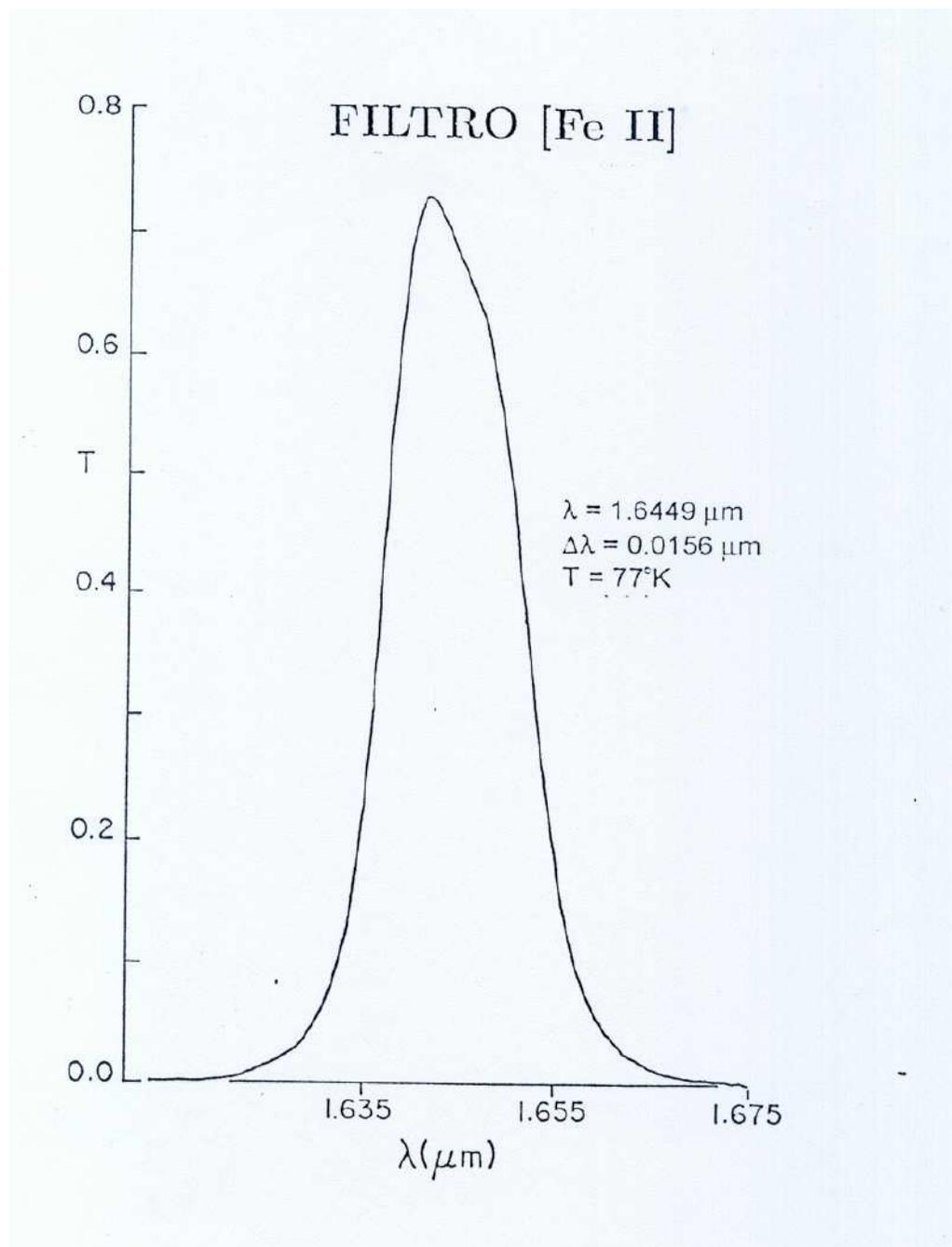


FIGURA B.6: Curva de transmisión del filtro [Fe II] instalado en CAMILA-CAMALEON.

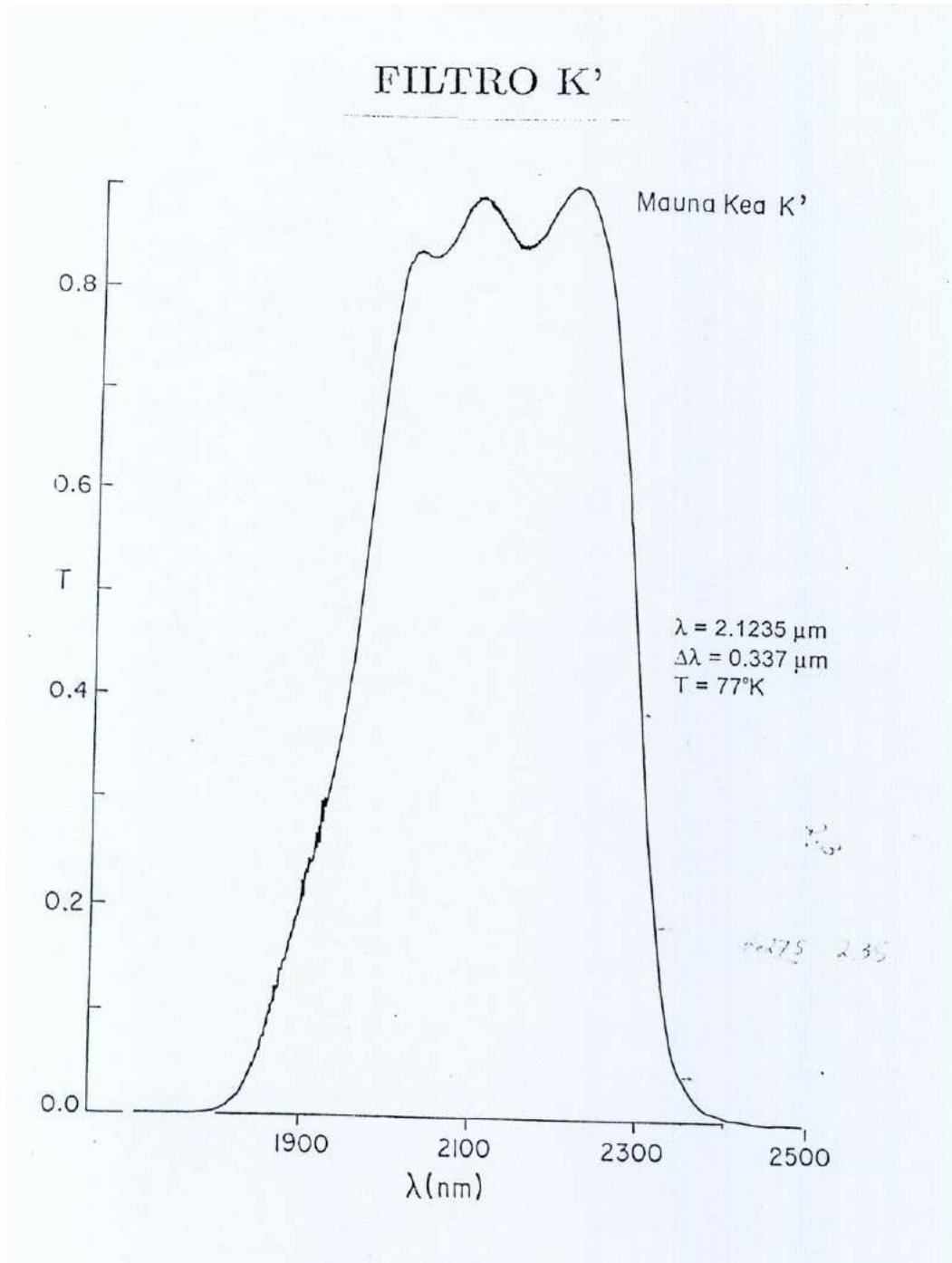


FIGURA B.7: Curva de transmisión del filtro K' instalado en CAMILA-CAMALEON.

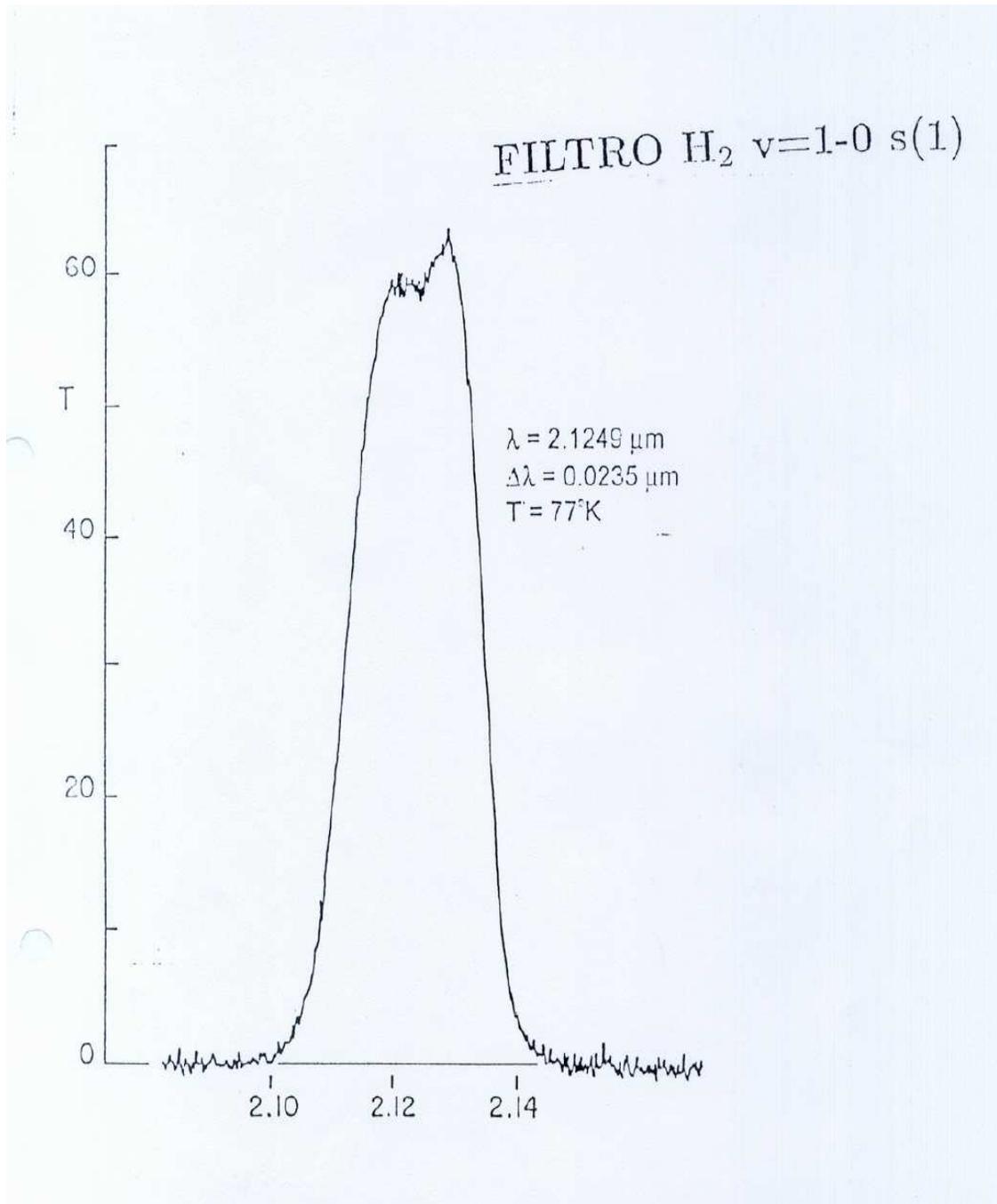


FIGURA B.8: Curva de transmisión del filtro  $H_2$   $v = 1 - 0$  S(1) instalado en CAMILA-CAMALEON.

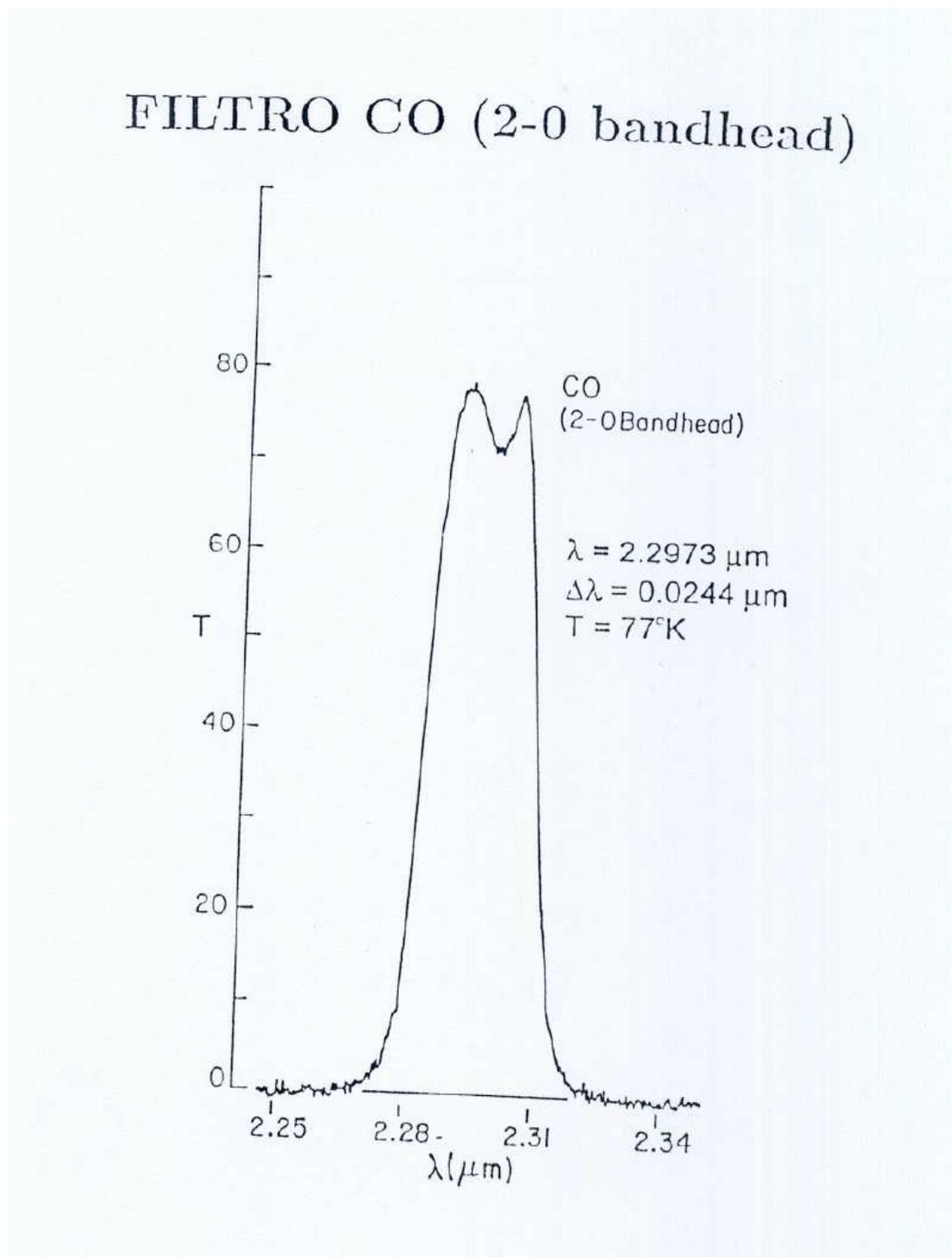


FIGURA B.9: Curva de transmisión del filtro CO instalado en CAMILA-CAMALEON.

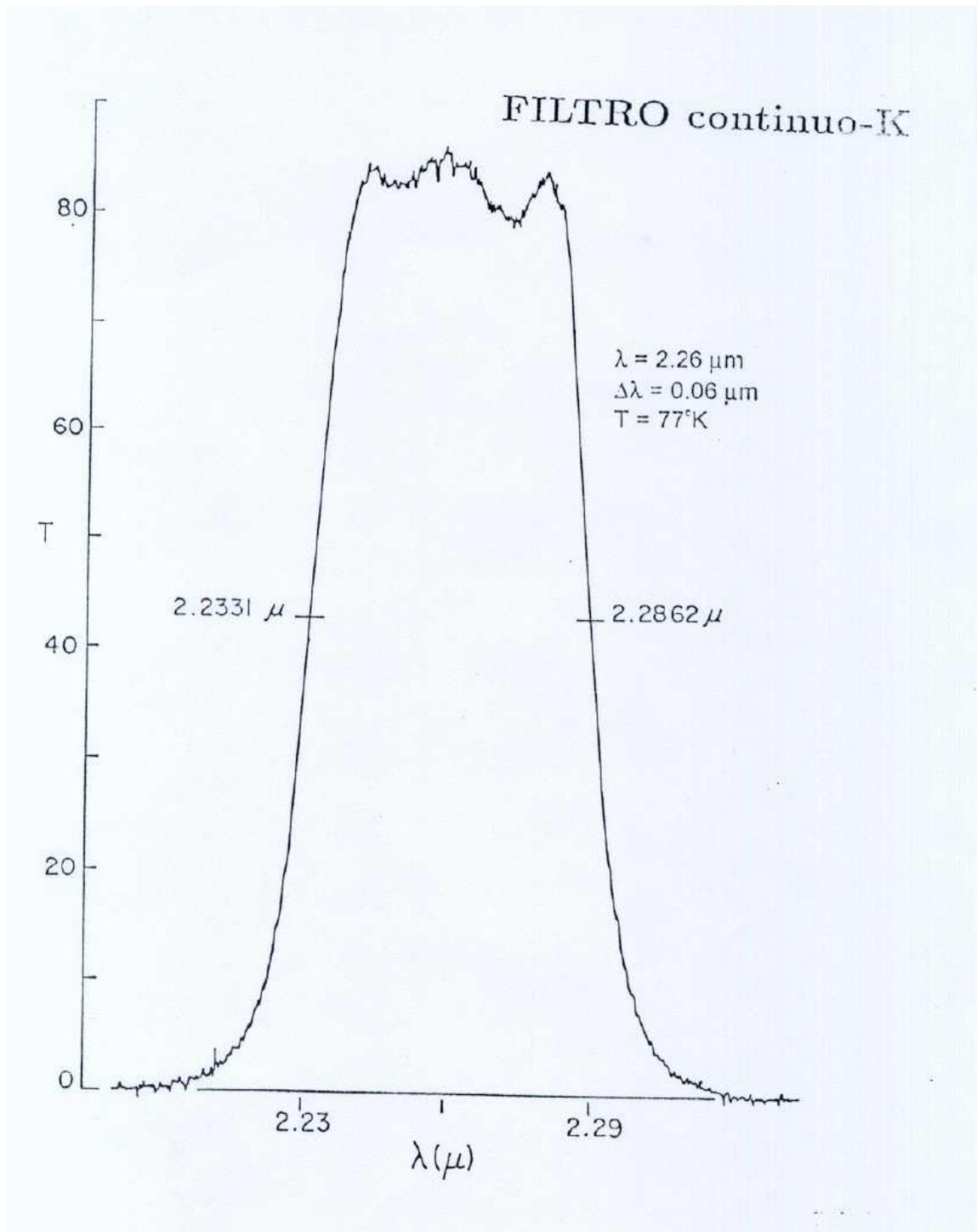


FIGURA B.10: Curva de transmisión del filtro continuo K instalado en CAMILA-CAMALEON.

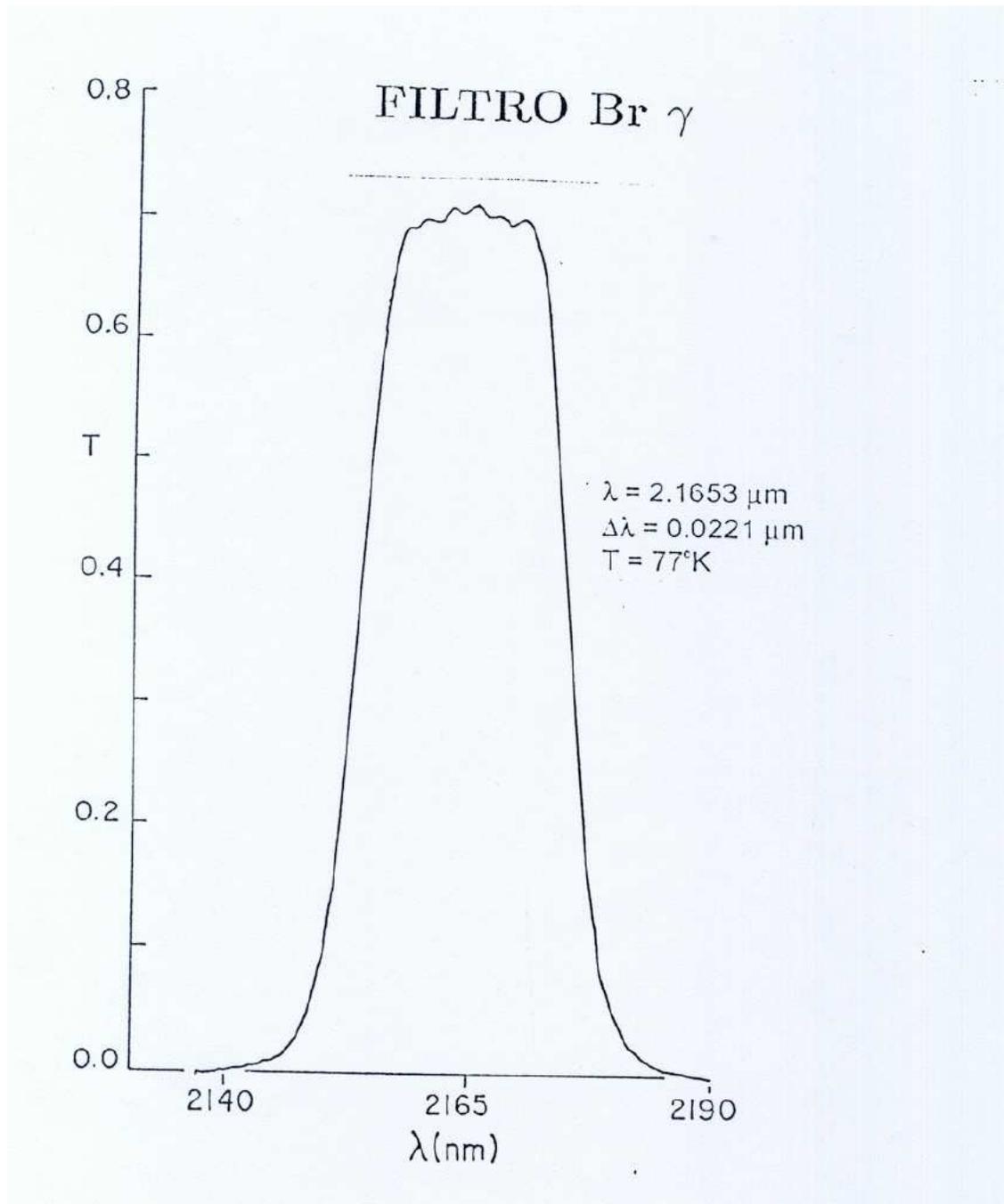


FIGURA B.11: Curva de transmisión del filtro Br $\gamma$  instalado en CAMILA-CAMALEON.



# Bibliografía

- [1] Cruz-González, I., Salas, L. y Ruiz, E., 1996, *Manual de Usuario para Imagen Directa de la Cámara Infrarroja “CAMILA”*, Instituto de Astronomía, UNAM, serie de Reportes Técnicos, **MU 96-02**.
- [2] Cruz-González, I., Salas, L., Ruiz, E., Valdéz, J., Lazo, F., Gutiérrez, L., Cobos, F., 1997, *Manual de Usuario para el espectrógrafo/Cámara Criogénico Infrarrojo CAMILA:CAMALEÓN*, Instituto de Astronomía, UNAM, serie de Reportes Técnicos, **MU 97-03**.
- [3] Elias, J. H., Frogel, J. A., Matthews, K., & Neugebauer, G., 1982, *AJ*, 87, 1029
- [4] Gutiérrez, L., Murillo, F., Delgado, J.I. y Lamothe, L.F. 2004, *Tarjeta interfaz para la adquisición de imágenes de la cámara infrarroja “CAMILA”*, 2002, Memorias del Congreso Nacional de Instrumentación SOMI 17.
- [5] Hunt, L. K., Mannucci, F., Testi, L., Migliorini, S., Stanga, R. M., Baffa, C., Lisi, F., & Vanzi, L. 1998, *AJ*, 115, 2594
- [6] Meyer, M. R., 1996, Ph.D. Thesis, University of Massachusetts at Amherst
- [7] Meyer, M. R., Edwards, S., Hinkle, K. H., & Strom, S. E., 1998, *ApJ*, 508, 397
- [8] Nahari Rao, K., Humphreys, C.J., Rank, D.H., 1966, *Wavelength standards in the infrared*, Academic Press.
- [9] Persson, S. E., Murphy, D. C., Krzeminski, W., Roth, M., & Rieke, M. J. 1998, *AJ*, 116, 2475
- [10] Porrás, B.A., 2001, Tesis de Doctorado INAOE, México.
- [11] Salas et al., 1999, *ApJ*, 511, 822
- [12] Wallace, L. & Hinkle, K., 1997, *ApJSS*, 111, 445
- [13] Wallace, L., Meyer, M. R., Hinkle, K., & Edwards, S., 2000, *ApJ*, 535, 325