MANUAL DE USUARIO[1] PARA EL ESPECTROGRAFO/CAMARA CRIOGENICO INFRARROJO DE CAMILA: "CAMALEON"[2]

Irene Cruz-González, Luis Salas,
Elfego Ruiz, Jorge Valdez,
Francisco Lazo, Leonel Gutiérrez,
Esteban Luna y Francisco Cobos

Instituto de Astronomía, UNAM
y
Observatorio Astronómico Nacional
San Pedro Mártir, B.C., MEXICO

MANUAL DE USUARIO IAUNAM MU-97-03

Noviembre, 1997. VERSION 1.0

[1]Basado en observaciones obtenidas en el OAN/SPM.

[2]Proyecto financiado por DGAPA (UNAM): IN300789 e IN501694.

Resumen

Este documento contiene una versión revisada y actualizada del Manual de Observación del ESPECTROGRAFO / CAMARA CRIOGENICO INFRARROJO DE CAMILA: CAMALEON, construido en el IAUNAM para el OAN/SPM. Con este instrumento se pueden realizar tanto observaciones espectroscópicas (baja y mediana resolución) como de imagen directa en el infrarrojo cercano. Cuenta con dos cámaras de razones focales f/13.5 y f/4.5 para campo pequeño y grande. En modo de imagen directa estas cámaras dan una escala de placa y campo de 0.3 "/pixel y 1.28' $\times$ 1.28', y 0.86 "/pixel y 3.63' $\times$ 3.63', respectivamente. En el modo de espectroscopía la dispersión y resolución espectral de cada cámara es 6 Å/pix y R=1500, y 16.5 Å/pix y R=500, respectivamente. El banco óptico es enfriado a temperaturas entre -20 y -30 °C. para disminuir la radiación de fondo a 2 μm se cuenta con un stop de Lyott en el plano de la pupila. Todos los movimientos de rejilla/espejo, rueda de diafragmas/rendijas, cámaras y lámparas están motorizados y se modificó el programa de control.

Este manual es un complemento al manual de observación en imagen directa de CAMILA. Además de una descripción del instrumento, su operación y procedimientos de observación, se presenta el procedimiento de instalación en telescopio.

Índice General

Capítulo 1

Introducción

En este manual de usuario se describe la operación de la segunda fase del proyecto CAMILA, i.e. el ESPECTROGRAFO / CAMARA CRIOGENICO INFRARROJO (CAMALEON).

Este instrumento puede operar como CAMARA DIRECTA con dos cámaras de razones focales distintas (f/4.5 y f/13.5) y como ESPECTROGRAFO de baja y mediana resolución. La óptica y mecánica del instrumento está alojada en un banco óptico, el cual es enfriado con un refrigerador de líquido circulante hasta una temperatura de operación entre -20 y -30 °C. El banco está cubierto herméticamente y se mantiene en una atmósfera seca de nitrógeno gaseoso para evitar condensaciones en las componentes ópticas. El CAMALEON estará permanentemente acoplado a CAMILA. La adquisición de imágenes y el control de filtros, tiempos de integración, secuencias, etc. seguirá siendo la descrita en el manual de observación de CAMILA para imagen directa (MU 96-02). Sin embargo, se requiere de una descripción adicional para la operación del CAMALEON como ESPECTROGRAFO / CAMARA, que involucra el control de rendijas/aperturas, rejilla/espejo, lámparas y cámaras (ver capítulo 4).

La instalación en telescopio se describe en el capítulo 2 y la descripción del espectrógrafo en el capítulo 3. El programa de control del espectrógrafo se describe en el capítulo 4. El procedimiento de inicialización y posibles problemas se presentan en el capítulo 5. Los procedimientos de alineación de la óptica, cambio de cámaras y modos de observación, y el enfoque del espectrógrafo se describen en el capítulo 6. Algunas técnicas observacionales y recomendaciones para espectroscopía infrarroja se describen en el capítulo 7. Finalmente, en el capítulo 8 se presentan algunos apéndices de utilidad: lámpara de calibración de argón (1), espectros de argón (2), espectros estelares para distintos tipos espectrales y clases de luminosidad (3), programa de pre-reducción (4) y lista de publicaciones técnicas (5).

Desde su instalación en 1994 CAMALEON ha tenido diversas modificaciones intentando con esto un instrumento más sólido: enfriamiento del banco óptico, instalación de cold-stop y cambio del programa de control, entre otras. Estos cambios han permitido obtener un mejor desempeño del instrumento y han hecho necesario generar una segunda versión del manual de usuario. Cabe destacar el trabajo realizado por Jorge Valdez, Francisco Lazo, Leonel Gutiérrez, José Luis Ochoa y Esteban Luna en diversos aspectos del instrumento final.

Como su nombre lo indica, el CAMALEON fue diseñado con la idea de poder realizar transformaciones intentando con esto un instrumento más versatil. Recientemente se realizaron dos pruebas astronómicas importantes: instalación de un polarímetro e instalación de un Fabry-Perot de barrido. Ambos experimentos fueron relativamente exitosos. El polarímetro está aún parcialmente funcional, debido a que la idea es realizar polarimetría rápida, por lo que requiere aún trabajo antes de ser terminado. El F-P de barrido ha dado resultados muy interesantes y elementos fundamentales para el desarrollo del instrumento que lo alojará definitivamente.

$\odot_\angle\odot$ **NOTA IMPORTANTE:** A los observadores se les pide que al reportar sus observaciones en artículos o congresos realizadas con CAMILA y su CAMALEON 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.

y si lo consideran necesario los manuales de usuario que hemos desarrollado, ya que creemos son fundamentales para el éxito en las observaciones y representan el esfuerzo realizado por el equipo técnico del OAN y los responsables de CAMILA en varios años. Las publicaciones técnicas de CAMILA + CAMALEON se presentan en el Apéndice 5.

Capítulo 2

Instalación en Telescopio

2.1 Descripción General

Las componentes a instalar se encuentran en el primer piso del edificio del telescopio de 2.1 m. Las que corresponden a CAMILA/DIRECTA ya se han descrito en el Manual de Observación de CAMILA (MU-96-02) y Reportes Técnicos correspondientes y se instalan en la forma descrita ahí. Adicionalmente, las componentes necesarias para instalar el CAMALEON son las siguientes: CAMALEON con su carro, refrigerador NESLAB (descrito en documentación de fabricante en Electrónica), electrónica de control (descrita en el RT 97-01, Lazo et al. 1997) y fuente para calefactor de ventana.

En el diagrama presentado en la Fig. 1 se muestran las componentes a instalar: refrigerador (R), ESPECTROGRAFO/CAMARA (CAMALEON)+ CAMILA, electrónica de control (L) y calefactor de la ventana (C).

2.2 Instalación

Previo a la instalación se requiere:

a) Dos días antes de la temporada de observación, se deberá evacuar el crióstato de CAMILA, **SIN DESMONTARLO DEL CAMALEON**, y proceder a enfriarlo como se describe en el manual de usuario de CAMILA (MU 96-02).

b) Checar la existencia de alcohol isopropílico para el refrigerador.

c) Checar la existencia de nitrógeno líquido en tanque grande con adaptador para conectar regulador de flujo de nitrógeno gaseoso (regulador de bolita).

El proceso de instalación del CAMALEON se deberá iniciar unas 8 hrs antes de la observación, ya que el enfriado de la óptica a temperatura interna entre -12 y -20 °C toma alrededor de 6 hrs. El procedimiento de instalación es el siguiente:

1. No quitar el crióstato de CAMILA, debido a que la alineación de la óptica y el detector puede perderse si se remueve.
2. Subir el carrito a la plataforma para montar al CAMALEON en telescopio. Colocarlo con la orientación en telescopio de tal forma que el crióstato apunte al Norte. Para colocarlo en platina son necesarios 3 tornillos allen (1/2-13 ") con 2 rondanas G10 y una llave allen de 3/8". Para colocar el tornillo del Norte es necesario abrir la puerta del CAMALEON. Para abrirlo es necesario remover el dial de platina, las capas de foam para el aislamiento térmico, desatornillar los N tornillos negros de la puerta y abrir.
3. Instalar la electrónica de control (L) en la zona Este de la platina. Hacer la conección con de ésta por puerto serie **A** en la estación de trabajo **estopa**. Correr el programa **foco** desde una ventana de comandos en la SUN, esto mandará automáticamente el programa a la μ-mint y lo ejecutará.
4. En una ventana de comandos de la SUN correr el programa **espectro**. Si las conecciones están bién el programa deberá contestar con:

    Programa de control del espectrografo de camila (CAMALEON).
    -"ayuda despliega los mandos disponibles.
    -"ayuda XXX despliega una ayuda particular donde
    XXX = rendija, rejilla, camara, lampara, enciende,
    apaga, origen, ayuda, macro, adios.

    Revisando controlador...
    Controlador en linea.

    Si hay problemas de comunicación el programa responderá con

    Revisando controlador...
    No hay comunicacion.

Se abortará la ejecución del programa y deberá checar las conecciones para corregir el problema.

5. Checar los movimientos de los motores de pasos: rendijas, rejilla/espejo, cámaras y lámparas de comparación. Referirse al Capítulo 4 donde describimos el programa de control.
6. Si todo está funcionando correctamente, cerrar la puerta, colocar los tornillos allen, las placas de foam y el dial de platina.
7. Instalar el refrigerador 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 del CAMALEON.
8. Conectar el regulador de flujo de nitrógeno gaseoso (regulador de bolita) al tanque de nitrógeno líquido.
9. Iniciar el flujo de nitrógeno. Al principio y durante 10 min poner un flujo de 10 ft^3/hr.
10. Prender el refrigerador oprimiendo los botones **ON** primero y luego **COOL**. Ajustar el **SETPOINT** a -55 °C oprimiendo el botón de **SETPOINT** y girando las perillas **COARSE** ó **FINE** de temperatura. Checar que el switch en la cajita del sensor de temperatura, atrás del espectrógrafo, esté en **ENABLE**.
11. Encender el calentador de la ventana con una corriente de 100 mA que está en la platina.
12. Después de 10 min disminuir el flujo de nitrógeno gaseoso al mínimo, es decir que apenas flote la bolita. La válvula de recontitución de presión deberá permanecer abierta para mantener la presión.
13. Checar alineación óptica para el modo correspondiente, ya sea CAMARA DIRECTA ó ESPECTROGRAFO (ver capítulo 6).

Capítulo 3

Descripción del Espectrógrafo CAMALEON

En la Fig. 2 se presentan algunas fotografías del Espectrógrafo / Cámara CAMALEON en laboratorio y en telescopio. En la Fig. 2a se presenta la configuración del banco óptico (CAMALEON) y sus distintas componentes ópticas, mecánicas y electrónicas, que incluyen 2 cámaras (motorizadas), colimador, espejos, carrito de lámparas de comparación (motorizado), rueda de rejillas y diafragmas (motorizada), mesa rotatoria de rejilla/espejo (motorizada); y la localización del crióstato con el detector NICMOS 3 y su electrónica de control (CAMILA). En la Fig. 2b se presenta el sistema integral CAMILA + CAMALEON instalado en el telescopio de 2.1 m, a la derecha de la astrónoma se encuentra el refrigerador NESLAB el cual se encarga de mantener el espectrógrafo a una temperatura de -30 °C. En la Fig. 2c se presenta el banco óptico en proceso de ensamble final, con el objeto de mostrar el carro de lámparas de comparación motorizado en la parte superior y el contenedor hermético que aisla al banco óptico del exterior. En la Fig. 2d se muestra una toma de la parte interior del contenedor hermético con el serpentín por el cual circula el alcohol refrigerante. Las Fig. 2e y 2f son dos tomas del instrumento montado en telescopio.

En la Fig. 3 se presenta un diagrama esquemático del banco óptico y las distintas componentes del CAMALEON. 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° y hace foco en la posición en la que se encuentra la rueda de rendijas y diafragmas. En la Tabla 1 se presentan las posiciones del motor de pasos que corresponden a las distintas opciones de esta rueda. Como puede verse el espectrógrafo cuenta con dos rendijas largas (22") de distinto ancho. La apertura grande es útil fundamentalmente para imagen directa, así como para identificación de campo para espectroscopía. Las cuatro lámparas de comparación están colocadas en un carrito que se desplaza y obstruye el haz incidente para iluminar desde atrás la rueda de rendijas. En la Tabla 2 se presentan las posiciones del motor de pasos para cada lámpara. Se han incluido 2 lámparas de Argón (por si alguna falla), una es Ar puro y la otra es Hg/Ar. Las identificaciones del Argón se encuentran en el Apéndice 1.

TABLA 1. RUEDA DE RENDIJAS Y APERTURAS	
POSICION	RENDIJA O APERTURA
0	apertura grande (imagen directa)
40	rendija angosta (3mm $\times$ 100 μm = 22" $\times$ 0.75")
80	difusor
120	apertura chica (5 mm)
160	rendija ancha (3mm $\times$ 200 μm = 22" $\times$ 1.5")

TABLA 2. LAMPARAS DE COMPARACION		
POSICION	NUMERO DE LAMPARA	LAMPARA
0		OBSTRUYE PASO DE LUZ
380	1	Hg/Ar
1100	2	Argon
1380	3	PLANO-1
750	4	PLANO-2
2000		DEJA LIBRE EL PASO DE LUZ

Después de hacer foco el haz se abre y se dobla en un espejo plano a 45° 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 (ver Fig. 4). El haz colimado incide en un espejo TIP/TILT que es controlado manualmente mediante dos perillas de movimiento en X y Y (Fig. 4). Su utilidad se describe en la sección de alineación (ver 5.1).

Posteriormente el haz colimado cruza el stop de Lyott 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. En la Tabla 3 se presentan las posiciones del motor de pasos que corresponden a los distintos intervalos espectrales en las bandas J, H y K.

TABLA 3. POSICIONES DE REJILLA/ESPEJO			
POSICION	BANDA	INTERVALO	
		f/13.5	f/4.5
0	espejo		
3601	orden cero		
3814-3867	banda J a orden-2		
3740-3770	banda H a orden-1		
3792-3822	banda K a orden-1		
3752	1.6055 μm	0.15 μm	0.45 μm
3804	2.153 μm	0.13 μm	0.39 μm
3815 (límite filtro K')	2.3 μm	0.15 μm	0.39 μm

NOTA: Para ver longitudes de onda menores en una banda dada, es necesario ir a números menores del motor de pasos siendo la escala de $\approx$0.01 μm/paso.

Después de esta etapa el haz es dirigido a las cámaras f/13.5 ó f/4.5. La Tabla 4 muestra las posiciones del motor de pasos de éstas.

TABLA 4. CAMARAS			
POSICION	CAMARA	ESCALA DE PLACA	CAMPO
75	f/13.5	0.3 "/pixel	1.28' $\times$ 1.28'
1205	f/4.5	0.85 "/pixel	3.63' $\times$ 3.63'

$\odot_{\angle}\odot$ **NOTA IMPORTANTE:** NO ES RECOMENDABLE CAMBIAR DE CAMARA DURANTE LA NOCHE, ya que los campos planos de cada cámara son muy diferentes, además de que es necesario checar la alineación de la óptica al hacer este cambio (ver sección alineación 6.1).

Finalmente, el haz incide en la ventana del criostato de CAMILA, cruza el filtro y hace foco sobre el detector.

Capítulo 4

Programa de Control

4.1 Introducción

El programa de control del CAMALEON corre en una ventana de comandos de la SUN, se llama **espectro** y puede permanecer todo el tiempo activo. Este programa ha sustituido al anterior (hasta Julio/97) y es mucho más amable al observador. Su objetivo es controlar los movimientos de los motores de pasos del espectrógrafo y permitir al observador tomar espectros, cambiar el orden en la rejilla, mover cámaras, mover rueda de rendijas y pasar de espejo a rejilla. El control del detector para adquisición de imágenes, foco, etc. continua realizándose mediante el programa **camila** en otra ventana de la SUN. Los programas **corre** y **foco** han sido unificados en un programa llamado **camila** en la PC-camila. Estos programas están descritos en el manual de usuario para directa (MU-96-02).

Para ejecutar el programa de control del CAMALEON se da el comando **espectro** y deberá aparecer lo siguiente:

```
Programa de control del espectrografo de camila (CAMALEON).
-"ayuda despliega los mandos disponibles.
-"ayuda XXX despliega una ayuda particular donde
        XXX = rendija, rejilla, camara, lampara, enciende,
              apaga, origen, ayuda, macro, adios.

Revisando controlador...
Controlador en linea.
```

Como puede verse el comando **ayuda** despliega todos los comandos disponibles en el menú. **ayuda XXX** despliega los comandos para la instrucción

XXX, donde XXX puede ser la rendija (ren), rejilla (rej), camara (cam), etc. Una descripción detallada de estos comandos se presenta en la siguiente sección.

4.2 Descripción de Comandos

Los comandos del menú principal se presentan en la Tabla 5. Nótese que el usuario puede escribir los comandos utilizando la palabra completa o sólo los tres primeros caracteres, como le sea mas cómodo: ren o rendija, rej o rejilla, cam o camara, lam o lampara, enc o enciende, apaga o apa, origen o ori, ayuda o ayu, mac o macro, adios (exit o bye).

Si el usuario da un comando inadecuado, el programa responderá con: **No valido**. Cuando se ejecuta un comando el programa responde con: **Comando en proceso...** y una vez terminado responde: **Comando concluido.** y escribe el prompt: **Camaleon>>**, esperando un nuevo comando.

TABLA 5. COMANDOS PRINCIPALES	
ayuda:	lista los posibles comandos
ayuda XXX:	ayuda para comando XXX
rendija :	mueve la rueda de rendija/diafragma
rejilla ZZZ:	mueve orden de rejilla de difracción a ZZZ
apaga:	apaga la lámpara comparación
enciende:	enciende lámpara comparación
camara ZZZ:	mueve motor de cámara a ZZZ.
lampara ZZZ:	mueve carrito de lámparas a ZZZ
macro NOM:	nombre (NOM) del macro del usuario en macros.cam
adios:	sale del programa (equivalente a exit y bye)

Varios comandos del programa requieren que se dé una posición en pasos del motor correspondiente. Estas posiciones están listadas en las Tablas 1 a 4. Si por error se marca un número inadecuado el programa intentará moverse a esa posición y no hay forma de abortar el movimiento. Si la posición es muy extrema, eventualmente el motor en cuestión llegará a su límite y avisará que ha encontrado un **SWITCH LIMITE** y la posición en que se encuentra. En cuanto se tenga esta respuesta proceder a moverlo a la posición correcta.

A continuación describiremos cada uno de los comandos del programa y sus acciones:

1. **Rueda de rendija/diafragma.** Con el comando **ayuda ren** el programa listará las opciones posibles:

   - "rendija después del prompt, puede dar el argumento.
   - "rendija XXX donde XXX = vacia, angosta, difusor, apchica, ancha.
   - "rendija * el programa responderá con la posición en pulsos.
   - "rendija $ el programa indicará que rendija está puesta.
   - "rendija @ XXX donde XXX es la posición en pulsos a donde moverá la rendija (ver Tabla 1).
   - "rendija > XX donde XX es el número de pasos en que debe incrementar la posición de la rendija.
   - "rendija < XX donde XX es el número de pasos en que debe decrementar la posición de la rendija.
   - "rendija ? despliega esta ayuda.

   Ejemplos:

   ren vacia - posiciona la rueda de rendijas/diagragmas en la apertura grande para imagen directa

   ren angosta - posiciona la rueda en la rendija angosta de 3 mm $\times 100\mu$m para espectroscopía

   rendija * - dará la posición actual de la rueda en pulsos

   rendija $ - indica la rendija o diafragma actual (vacia, angosta, difusor, apchica, ancha)

   ren @ XXX - moverá la rueda a la posición XXX en pulsos

2. **Lámparas de comparación.** Con el comando **ayuda lam** el programa listará las opciones posibles:

   - "lampara después del prompt, puede dar el argumento.
   - "lampara XXX donde XXX = hg-ar, argon, plano1, plano2, fuera.
   - "lampara * el programa responderá con la posición en pulsos.
   - "lampara $ el programa indicara que lámpara esta puesta.
   - "lampara @ XXX donde XXX es la posición, en pulsos, a donde movera la lampara.
   - "lampara > XX donde XX es el número de pasos en que debe incrementar la posición de la lampara.
   - "lampara < XX donde XX es el número de pasos en que debe decrementar la posición de la lámpara.
   - "lampara ? despliega esta ayuda.

Ejemplos:

> **lam 2000** - deja libre el paso de luz
>
> **lampara @ XXX** - manda lámpara a posición XXX en pulsos de motor (ver Tabla 2)
>
> **lam argon** - coloca la lámpara de argón

3. **Encender y apagar lámparas.** Una vez posicionada la lámpara de comparación es necesario encender la deseada mediante el comando:

   enciende XXX - donde XXX puede ser igual a **hg-ar, argon, plano1, plano2, fuera**.

   Después de la adquisición es necesario apagarla con el comando: **apaga**, el cual no tiene argumentos.

4. **Rejilla de difracción.** Con el comando **ayuda ren** el programa listará las opciones posibles:

   - “rejilla después del prompt, puede dar el argumento.
   - “rejilla XXX donde XXX = espejo, orden-cero, j-orden-2, h-orden-1, k-orden-1.
   - “rejilla * el programa responderá con la posición en pulsos.
   - “rejilla $ el programa indicará que rejilla esta puesta.
   - “rejilla @ XXX donde XXX es la posición, en pulsos, a donde moverá la rejilla (ver Tabla 3).
   - “rejilla $>$ XX donde XX es el número de pasos en que debe incrementar la posición de la rejilla.
   - “rejilla $<$ XX donde XX es el número de pasos en que debe decrementar la posición de la rejilla.
   - “rejilla ? despliega esta ayuda.

   Ejemplos:

   > **rej espejo** - Posiciona la mesa rotatoria en la posición espejo para imagen directa.
   >
   > **rej orden-cero** - Posiciona la rejilla en la banda-K (orden 1) en 3601.
   >
   > **rej j-orden-2** - Posiciona la rejilla en la banda-K (orden 1) en 3840.
   >
   > **rej h-orden-1** - Posiciona la rejilla en la banda-K (orden 1) en 3750.

rej k-orden-1 - Posiciona la rejilla en la banda-K (orden 1) en 3800.

rej * - responde con posición de rejilla en pulsos

rej > XX - incrementará la posición de la rejilla XX pasos.

rej @ XXXX - mueve la rejilla a la posición XXXX (ver Tabla 3).

5. **Posicionamiento de Cámara.**

   Con el comando **ayuda cam** el programa listará las opciones posibles:

   - "camara después del prompt, puede dar el argumento.
   - "camara XXX donde XXX = f4.5, f13.5.
   - "camara * el programa responderá con la posición en pulsos.
   - "camara $ el programa indicará que cámara está puesta.
   - "camara @ XXX donde XXX es la posición, en pulsos, a donde moverá la cámara.
   - "camara > XX donde XX es el numero de pasos en que debe incrementar la posición de la cámara.
   - "camara < XX donde XX es el número de pasos en que debe decrementar la posición de la cámara.
   - "camara ? despliega esta ayuda.

   Ejemplos:

   cam f4.5 - posiciona la cámara f/4.5 para campo grande (0.86"/pix)

   cam f13.5 - posiciona la cámara f/13.5 para campo chico (0.3"/pix)

   camara @ XXX - mueve la cámara a la posición XXX (ver Tabla 4).

6. **Mandar al origen.** Con el comando **ayuda origen** el programa listará las opciones posibles:

   - "origen despues del prompt, puede dar el argumento.
   - "origen XXX donde XXX = rendijas, rejillas, lámparas, cámaras.
   - "origen ? despliega esta ayuda.

   Ejemplos:

origen lam - manda las lámparas al origen.

origen ren - manda rendija al origen.

origen rej - manda rejilla al origen.

origen cam - manda cámaras al origen.

7. **Macros especiales.** Existe un archivo de macros especiales (similar al **secuencias**, llamado **macros.cam** que contiene funciones que realizan series de comandos. El objetivo de estos macros es que el observador pueda ejecutar varios comandos mediante la llamada a un macro. Para ejecutarlo se escribe: **macro NOM**, donde NOM es el nombre de la función a realizar. Este nombre debe ser diferente en sus 3 primeros caracteres de cualquier otro macro. Cada macro debe contener 10 renglones como máximo. En la Tabla 6 se presenta el archivo original que hemos desarrollado como ejemplo. Este archivo puede ser editado y modificado por el observador para adecuarlo al tipo de observación que realizará. Si se realizaran cambios a este archivo, se sugiere no modificar las funciones existentes, sino crear una nueva y agregarla al final, con el objeto de mantener las funciones originales y crear menos problemas al siguiente observador. Como puede verse, resulta sencillo editar y crear un macro especial acorde con sus necesidades para observar con CAMALEON.

TABLA 6. MACROS	
Funciones en archivo macros.cam	
macro argon ren angosta lam @900 rej @3815	coloca lámpara de argon para rejilla angosta en 2.3 μm (3815)
macro or0 rejilla @3500 rejilla @3601 lam @2000 ren @0	posiciona rejilla para imagen en orden cero
macro cob lam @2000 rej @3815 ren @40	posiciona rejilla para banda de absorción del CO y rendija angosta
macro directa rej @0 lam @2000 ren @0	posiciona para imagen directa
macro pos ren * ren $ rej * rej $ lam * lam $ cam * cam $	lista posiciones de rendija, rejilla, lámpara y cámara
macro origen origen ren origen rej origen cam origen lam	manda al origen rendija, rejilla, lámpara y cámara
macro reinicia origen cam cam @65 origen ren ren @40 origen rej rej @3601 lam @900	procedimiento especial de ejemplo manda cámara al origen y selecciona f/13.5, manda rendija a origen y selecciona angosta manda rejilla a origen y orden cero manda lámpara a 900

Capítulo 5

Procedimiento de Inicialización y Posibles Problemas

5.1 Inicialización

Al iniciar una temporada ó en caso de que se pierda toda la referencia del espectrógrafo, será necesario mandar cada uno de los motores de pasos al origen. Nótese que cuando existe algún problema con el controlador del espectrógrafo y pierde la posición, el programa **espectro** reportará que la posición de todos los componentes es cero, al igual que cuando se acaba de encender. Esto no significa que esa sea la posición real de los componentes, sino que se ha perdido la referencia y es necesario reinicializar coordenadas.

El procedimiento recomendado es el siguiente:

1. **origen lam**. Este comando manda la lámpara al origen. A veces hay un problema con el switch límite, por lo que si después de 5 min el programa **espectro** no responde, se deberá dar **ctrl-C** al programa **espectro**, apagar 1 min el controlador del espectrógrafo (**L** en platina, prender de nuevo el controlador e iniciar el programa **espectro** en **estopa**. Dar **macro pos**, si **lam** está en origen el carrito de lámparas ya está en 0. Si no está en 0, repetir el procedimiento. En la posición 0 las lámparas quedan obstruyendo el paso de la luz. Subsecuentemente habrá que mandarla a la posición 2000 para que deje pasar la luz con el comando **lam 2000**.
2. **origen ren**. Manda rendijas al origen. Esto la dejára en la posición 0 que corresponde a la apertura grande.

3. **origen rej**. Manda rejilla/espejo al origen. Esto la dejará en la posición 0 que corresponde al espejo.
4. **origen cam**. Manda cámas al origen. Sin embargo, al hacerlo la posición del origen no corresponde a ninguna cámara, por lo que para observar habrá que moverse a la cámara deseada (consultar Tabla 4) y realizar el procedimiento de alineación (ver Capítulo 6).

Cuando se repare el problema del switch límite, podrá utilizarse el comando **macro origen**. Este macro manda al origen los motores de rendija, rejilla, lámpara y cámara, de manera subsecuente.

Al finalizar se puede verificar que todo está bién con el comando **macro pos**, el cual lista las posiciones de los motores de rendija, rejilla, lámpara y cámara. En el caso de que la cámara deseada sea la f/4.5 deberá aparecer en la pantalla lo siguiente:

```
->ren *
Comando en proceso...
Rendijas en 0
->ren $
Comando en proceso...
Esta en vacia
->rej *
Comando en proceso...
Rejillas en 0
->rej $
Comando en proceso...
Esta en espejo
->lam *
Comando en proceso...
Lamparas en 2000
->lam $
Comando en proceso...
Esta en fuera
->cam *
Comando en proceso...
Camaras en 1205
->cam $
Comando en proceso...
Esta en f4.5
```

Mientras que si se trata de la f/13.5 deberá aparecer en la pantalla lo siguiente:

```
->ren *
Comando en proceso...
Rendijas en 0
->ren $
Comando en proceso...
Esta en vacia
->rej *
Comando en proceso...
Rejillas en 0
->rej $
Comando en proceso...
Esta en espejo
->lam *
Comando en proceso...
Lamparas en 2000
->lam $
Comando en proceso...
Esta en fuera
->cam *
Comando en proceso...
Camaras en 75
->cam $
Comando en proceso...
Esta en f13.5
```

5.2 Posibles Problemas y Soluciones

1. **No se ve imagen en el detector.** Apuntar a una estrella de magnitud 5, si ésta no se ve en la pantalla deberá checar posicionamiento del telescopio, checar el filtro que se está usando contra el número del dial de la rueda de filtros, checar la posición de las lámparas de comparación, espejo o rejilla y apertura. Si aun así, no hay imagen proceder a mandar al origen cada uno de los dispositivos del espectrógrafo como se describe en la sección anterior, checando después de cada paso si ha regresado la imagen.
2. **Viñeteo en el detector.** Otro posible problema es que haya un excesivo viñeteo en el detector, si es así checar el filtro que se está usando contra el número del dial de la rueda de filtros, checar la posición de las lámparas de comparación, espejo o rejilla

y apertura. Si aun así hay viñeteo proceder a mandar al origen cada uno de los dispositivos del espectrógrafo como se describe en la sección anterior, checando después de cada paso si el viñeteo ha desaparecido. Si no es así, es necesario proceder a alinear la óptica del espectrógrafo como se describe en el Capítulo 6.

3. **No se ve espectro en el detector.** Si no se obtiene espectro, checar el filtro que se está usando contra el número del dial de la rueda de filtros, checar la posición de las lámparas de comparación, la posición de la rejilla y la posición de la rueda de rendijas. Intentar obtener un espectro de comparación. Si no se obtiene el espectro puede ser que la lámpara esté mal, que la rejilla está en una posición errónea ó que la rueda está en una posición erronea. En este caso proceder a mandar al origen cada uno de los dispositivos del espectrógrafo como se describe en la sección anterior, checando después de cada paso si la condición persiste.

4. **Ruido de fondo aumenta.** Si el nivel de ruido de la radiación de fondo en las imágenes ha aumentado con respecto al inicial puede deberse a dos razones: es necesario rellenar el crióstato de CAMILA con nitrógeno líquido ó el refrigerador del espectrógrafo ha perdido eficiencia. Verificar la temperatura del refrigerador. Cambiar la perilla a **bath temp**, ésta deberá estar abajo de $-30°$C, si éste es el caso entonces poner nitrógeno en el crióstato pues el refrigerador está bién. Si no es el caso, se deberá apagar el refrigerador y dejarlo apagado al menos 15 min y pedirle al asistente que verifique el nivel de alcohol refrigerante. A veces con humedad excesiva y especialmente en verano, el sistema de refrigeración se bloquea, por lo que es necesario permitir que se caliente ligeramente para que pueda volver a funcionar adecuadamente. Otra posibilidad del aumento en el ruido de fondo es que si se realizan muchos addups el detector de CAMILA se calienta, por lo que deberán disminuirse los addups. Finalmente, los conteos pueden aumentar por variaciones en el cielo debido a cambios térmicos, viento y/o nubes.

5. **El detector tiene más ruido ó las imágenes están más cacarizas en los cuadrantes 1 y 4**. Esto puede deberse a calentamiento del detector por falta de nitrógeno. Checar con **imstat** de IRAF las imágenes <nombre>.b recién tomadas de una secuencia, si aumentan los conteos el detector está calentádose, por lo que debe rellenarse el crióstato.

6. **No entiende que sucede.** En este caso LLAMAR A LA TECNICO y no empanicarse.

Capítulo 6

Procedimientos de Alineación y Enfoque

6.1 Cambio de Cámaras y Alineación

Para cambiar de una cámara a otra (ver Tabla 4) será necesario esperar del orden de 5 min y verificar la alineación de la óptica obtenida. Además, las condiciones de iluminación cambian con cada razón focal, por lo que los campos planos obtenidos con cada cámara son muy distintos. Por esto NO ES RECOMENDABLE CAMBIAR DE CAMARA DURANTE LA NOCHE, sino realizar este cambio en la tarde.

La alineación óptica del CAMALEON es un proceso delicado que es realizada por el astrónomo y óptico responsables del instrumento en el OAN (L. Salas y E. Luna). Parte de éste proceso se realiza con el espectrógrafo caliente y la última parte en frio. El observador deberá encontrar el sistema bastante bién alineado ópticamente, a menos que algun observador anterior la modifique.

El procedimiento para checar la alineación es el siguiente:

1. El espectrógrafo deberá estar frío, ya que debido a contracciones térmicas la alineación puede variar de caliente a frío.
2. Verificar las coordenadas actuales de los motores de pasos con el comando **macro pos** .
3. Antes de mover, verificar la alineación de la cámara actual. Para esto deberá ponerse la apertura chica (ver Tabla 2) con el comando **ren 120** o **ren apchica**. Desde el programa **foco** en la

PC-CAMILA con el filtro 7 (K') con 2 lecturas y 0 seg de integración se deberá observar un círculo iluminado en el centro del detector. El tamaño de este círculo depende de la cámara, $\approx$40 pixeles con la f/4.5 y $\approx$128 pixeles con la f/13.5. Si no estuviese bién centrado checar la posición de la cámara con **macro pos**, moverla en pasos de 5 en 5 con **cam @ XXX** donde XXX es la posición incrementada o decrementada de la original (máximo unos 20 pasos) hasta que quede centrada.

4. Para cambiar a la cámara deseada utilizar el comando **cam XXX**, consultar Tabla 4. Esto toma del orden de 5 min.

5. Para verificar la alineación de esta cámara proyectar la apertura chica como en el punto 3 y proceder a recentrar la mancha circular en el centro del detector. Si la apertura queda mal en Y, puede corregirse con movimiento de cámara como se describe en el punto 3, si está mal en la posición X, **no hay nada que hacer más que reportarlo al Equipo Técnico del OAN**.

6. Anteriormente se podía recentrar la apertura con el espejo Tip/Tilt, **AHORA YA NO**. Esto se debe a que para disminuir la radiación de fondo en la banda-K se colocó un stop de Lyott entre el espejo Tip/Tilt y el espejo/rejilla rotatorio. **Cualquier movimiento del Tip/Tilt puede ocasionar un incremento en el background y lo más importante, puede desalinear la óptica del espectrógrafo y producir viñeteo.**

7. El **único caso** en el que el observador puede mover el espejo Tip/Tilt es si debido a una falla de la electrónica, **el detector pierde un cuadrante**. El espejo Tip/Tilt tiene dos perillas manuales de movimiento marcadas X y Y en el costado del espectrógrafo (Fig. 4). Al mover la perilla X en el sentido de las manecillas del reloj la imagen de la apertura se moverá hacia la derecha en la pantalla y en la dirección contra las manecillas del reloj la apertura se moverá a la izquierda en la pantalla. Aproximadamente 1/2 vuelta corresponde a 1/2 detector. La perilla marcada Y mueve la imagen hacia arriba y hacia abajo, en el sentido de las manecillas del reloj la imagen de la apertura se moverá hacia abajo y en contra de las manecillas del reloj se moverá hacia arriba. Nótese que este mismo movimiento hacia abajo también se obtiene moviendo la cámara hacia posiciones mayores del motor de pasos. Si la apertura circular estaba mas o menos centrada en el punto 3, es más conveniente centrar en Y desplazando la cámara con el programa en lugar de mover el espejo Tip/Tilt en Y. Aproximadamente 10 pasos del motor mueven la apertura 1/2 detector.

   Si el observador tuvo que mover el espejo Tip/Tilt, se

pide que lo reporte al Equipo Técnico en la bitácora de observación al finalizar su temporada, pues será necesario realizar trabajo óptico con el espectrógrafo caliente para checar la alineación de las distintas componentes del CAMALEON.

Si se va a realizar espectroscopía es necesario proceder a enfocar el colimador como se describe en la siguiente sección. Se recomienda realizar este procedimiento con mucho cuidado, cuidando siempre de NO DAÑAR el instrumento.

6.2 Enfoque del Colimador

Para realizar espectroscopía 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 tiene un ancho mínimo y está bién definida. Ver la Tabla 1 para el ancho de las rendijas y recordar la escala de placa apropiada. Para enfocar proceder como sigue:

1. Mover la rueda de rendijas/diafragmas con el comando **ren angosta o ren ancha**, según el caso..
2. La rendija debe iluminarse y para esto hay dos opciones:
   - ⋆ Utilizando la radiación de fondo en la banda-K puede ser suficiente para iluminar la rendija. Desde el programa **foco** en la PC-CAMILA con el filtro 7 (K') con 2 lecturas y 1 seg de integración, se puede observar la imagen de la rendija en el detector. Si esta luz no es suficiente (esto podría deberse a una gran desenfoque), proceder a la siguiente opción.
   - ⋆ Se puede iluminar la rendija con una de las lámparas de comparación. Para esto hay que mover el carro de lámparas a la posición adecuada de acuerdo con la Tabla 2 utilizando el comando **lam XXX**. Una vez realizado el movimiento encender la lámpara con **enciende XXX**. Una vez realizado el enfoque habrá que apagar la lámpara. ES IMPORTANTE NO DEJAR ENCENDIDA LA LAMPARA MUCHO TIEMPO.
3. Una vez iluminada la rendija deberá observarse su imagen orientada horizontalmente y centrada en el detector. Si cualquiera de éstas no se cumple proceder como sigue:
   - ⋆ Si la rendija no está horizontal, esto se debe a que la rueda de rendijas no está bien referida a su origen (i.e. se perdió

unos pasos). Para corregirlo habrá que mandarla al origen con el comando **origen ren** y después regresar a la posición de rendija con el comando **ren angosta o ancha**. Es muy posible que después de esta operación resulte que la rendija a pesar de estar horizontal no esté centrada por lo que habrá que proseguir con el siguiente punto.

⋆ Si la rendija no está centrada habrá que centrarla moviendo el espejo Tip/Tilt como se describe en la sección de alineación de cámara arriba (punto 5). El riesgo de mover el Tip/Tilt se explica también ahí. Se recomienda al observador que si mueve el Tip/Tilt para realizar espectroscopía, lo regrese a su posición original.

4. Para enfocar el colimador habrá que optimizar el ancho de la imagen de la rendija como si se estuviese enfocando una estrella. Esto se puede hacer desde el programa **foco** en la PC-CAMILA u obteniendo imágenes en la SUN. Los tiempos de integración y filtros deberán escogerse de tal manera que la imagen no se sature. Si aún utilizando filtro angosto y tiempo de integración mínimo se puede intentar enfocar en el orden 0 de la rejilla de difracción. Nótese que la imagen en orden 0 está un poco desplazada a la imagen que se obtiene con el espejo, pero esto no debe preocuparle. En orden 0 se obtiene una atenuación de un factor de 6 aproximadamente.

5. Para lograr el mejor foco es necesario mover la perilla marcada C en el costado del espectrógrafo. Nótese que aproximadamente 6 vueltas de esta perilla cambian 1"el FWHM de la imagen de la rendija. El colimador tiene una carrera limitada por lo que NO DEBERA FORZARLO MAS ALLA DE SUS LIMITES. Si se tiene duda de su movimiento, se puede observar un tornillo micrométrico asociado asomándose hacia arriba e iluminando con una lámpara de mano, por una pequeña mirilla que se encuentra localizada en la parte trasera inferior del espectrógrafo.

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 ancha.

7. Para referencia futura cuando se esté centrando un objeto es conveniente marcar con plumón la posición de la rendija en la pantalla de la PC-CAMILA, tanto en el modo de imagen directa con espejo como de imagen en orden 0.

8. Es conveniente tomar un espectro de la lámpara de comparación para checar la posición en la que el espectro va a quedar en el detector.

Capítulo 7

Observación

7.1 Imagen Directa

7.1.1 Como posicionar componentes móviles

Para posicionar las componentes móviles del espectrógrafo/cámara para imagen directa deben seguirse los procedimientos descritos en los capítulos anteriores, ver en particular la sección 6.1. Como ya se ha dicho se tienen dos cámaras disponibles para observación en imagen directa f/4.5 (**1205**)y f/13.5 (**75**), ver Tabla 4. Es necesario tener la rejilla/espejo en la posición espejo **0** (ver Tabla 3), el carrito de lámparas de tal forma que no obstruya el haz de luz **2000** (ver Tabla 2) y la rendija en la posición de apertura grande **0**. Para verificar que todo está bién dar el comando **cam $**.

En el caso de que la cámara deseada sea la f/4.5 deberá aparecer en la pantalla lo siguiente:

Esta en f4.5

Mientras que si se trata de la f/13.5 deberá aparecer en la pantalla lo siguiente:

Esta en f13.5

$\odot_{\angle}\odot$ **NOTA IMPORTANTE:** NO ES RECOMENDABLE CAMBIAR DE CAMARA DURANTE LA NOCHE, ya que los campos planos de cada cámara son muy diferentes, además de que es necesario checar la alineación de la óptica al hacer este cambio (ver sección alineación 6.1).

7.1.2 Campos planos

Los campos planos deberán obtenerse como se describe en el manual de usuario de CAMILA para imagen directa(MU 96-02). Los campos planos para espectroscopía son los mismos campos planos que se utilizan para imagen directa. Es importante hacer notar que los campos planos para cada cámara son muy distintos, ya que cada una cubre un campo de observación diferente, por lo que si se utilizan las dos cámaras se deberán tener conjuntos de campos planos para cada cámara.

7.1.3 Cámaras f/13.5 y f/4.5

Las escalas de placa y campos de observación de las cámaras disponibles se presentan en la Tabla 4.

7.1.4 Alineación

El procedimiento de alineación se describe en la sección 6.1 de este manual.

7.1.5 Radiación de fondo

En la Tabla 7 se presenta nuevamente la lista de filtros instalados actualmente en CAMILA. Las columnas 6 y 7 contienen la radiación de fondo típica esperada en cada uno de los filtros de banda ancha y angosta para cada cámara en condiciones de operación óptimas.

$\odot_{\angle}\odot$: **Hemos notado que el background cambia con la época del año. En invierno son mucho menores y en verano más altos. Típicamente en la banda-K se esperan como 700 c/s en invierno, mientras que en verano puede llegar a 1500-2000 c/s.**

TABLA 7. FILTROS Y NIVELES DE RADIACION DE FONDO						
#	POS	FILTRO	λ μm	$\Delta\lambda$ μm	FONDO conteos/s	
					f/4.5	**f/13.5**
0	9998	dark	1 - 2.5		10	10
1	100	HeI	1.083	0.01	10	
2	206	Paγ	1.094	0.01	10	
3	308	$H_2, v = 2 - 1, S(1)$	2.248	0.024	40	
4*	412	J	1.275	0.282	80	30
5*	518	H	1.672	0.274	210	50
6	623	[FeII]	1.644	0.016	30	
7*	726	K'	2.125	0.35	850	650
8	829	H_2, v=1-0, S(1)	2.122	0.02	25	
9	934	CO	2.295	0.02	100	
10	1040	cK	2.26	0.06	200	
11	1144	Brγ	2.166	0.02	50	

Nota: * Los valores reportados fueron obtenidos por O. Kuhn en Oct/97. Representan la mediana de valores obtenidos en una misma noche con cada cámara.

7.1.6 Como tomar imágenes

El procedimiento para la adquisición de imágenes con el CAMALEON es el mismo que ya se ha descrito en el manual de usuario para imagen directa (MU-96-02), los programas de adquisición, secuencias, etc. no han cambiando.

7.1.7 Foco

Los valores del foco de telescopio pueden cambiar ligeramente. Se recomienda obtener el foco para J, H y K' para determinar las diferencias de foco de cada filtro. Los valores de H y K' son muy parecidos, mientras que para J hay un cambio de aproximadamente 1.2 en el foco.

7.2 Espectroscopía

7.2.1 Especificaciones de la rejilla de difracción

En la Tabla 8 se presentan las especificaciones para la rejilla de difracción del CAMALEON. El ángulo de blaze ideal para la banda-K en orden-1 es 10.25°, para la banda-H orden-1 es 7.6°, y para la banda-J en orden-2 es 12, por lo que la rejilla es adecuada para todo el intervalo espectral del NICMOS 3 (1-2.5 μm).

TABLA 8. REJILLA DE DIFRACCION	
dispersión	150 lineas/mm
ángulo blaze	10.80°
dimensiones	58 mm $\times$ 58 mm
Catálogo	MR 35-53-06-810

7.2.2 Espectroscopía en f/4.5 y f/13.5

Debido a que el sistema tiene dos cámaras esto implica entonces dispersiones y resoluciones espectrales inherentes a cada cámara. Por otro lado, dada la cobertura espectral en el infrarrojo habrá valores ligeramente distintos para cada una de las bandas J, H y K'.

En la Tabla 9 se presentan las dispersiones y resoluciones espectrales experimentales ($R = \Delta\lambda/\Lambda$)) que hemos obtenido en la banda K.

TABLA 9. DISPERSION Y RESOLUCION ESPECTRAL				
Banda	Dispersión (Å/pix)		$R = \Delta\lambda/\Lambda)$	
	f/4.5	**f/13.5**	**f/4.5**	**f/13.5**
K	16.5	6	500	1500

Como ejemplo en la Fig. 5a se presenta el espectro de Argón con f/4.5 en la posición 3815 y en la Fig. 5b la relación de dispersión obtenida. En esta posición obtuvimos 5.8 Å/pix y un intervalo espectral de 0.1491 μm.

Es importante hacer notar que los espectros con resolución de 1500 presentan un problema de bandeo óptico, el cual según hemos averiguado es debido probablemente a interferencia de Fabry inherente al detector NICMOS 3 y asociada a una capa de espesor variable $1/\lambda$ en el detector. Este bandeo es muy difícil de quitar y puede ocasionar confusión en la emisión de algunas líneas. Estamos trabajando en programas de procesamiento que eliminen este efecto, por lo que esperamos tener una solución a este problema en los próximos meses.

7.2.3 ¿Qué se ve en la pantalla?

En la pantalla de la PC-Camila con el programa FOCO puede uno ver la rendija, la estrella y la estrella en la rendija, dependiendo de como se coloque la rueda de rendijas/aperturas. Es muy conveniente para centrar la estrella en la rendija ver tanto la estrella como la rendija desplegada en pantalla. También puede tomarse una imagen y verla en la pantalla de la SUN.

Un primer espectro que se debe tomar es el de la lámpara de comparación de Argón (ver Apéndice 1 y sección 7.2.8 abajo). Cuando se despliega el espectro en la pantalla de la PC-Camila o en la SUN èste muestra longitudes de onda menores arriba (Fig. 6 y Fig. 7a).

7.2.4 Secuencia ESPECTRIN

Una secuencia muy útil para la observación espectroscópica es la llamada **espectrín**, la cual se presenta en la Tabla 10, presentada a continuación. Esta secuencia da 6 espectros del objeto a estudiar en distintas posiciones a lo largo de la rendija. Estos espectros pueden ser utilizados en la reducción tomando uno como objeto y los 5 restantes como cielo, y así sucesivamente hasta obtener 6 espectros con cielo restado. En las Figuras 7a y 7b se presentan imágenes del espectro con rendija angosta de una estrella brillante (a) y la diferencia de dos espectros sucesivos (b), con el objeto de ilustrar esta secuencia.

Cabe también hacer notar que los observadores pueden crear una secuencia que les parezca más adecuada, editando el archivos **secuencias** utilizado por el programa **camila** en la SUN.

TABLA 10. SECUENCIA ESPECTRIN	
COMANDOS	ACCION
nombre espectrin	integra en 6 posiciones desde el EXTREMO W ($\odot$):
e	$\odot$, 4”E, 4”E, 4”E, 4”E, 16”W; generando 6 imágenes
ofs 4 0	
e	
ofs 4 0	
e	
ofs 4 0	
e	
ofs 4 0	
e	
ofs -16 0	regresa la estrella a su posición original
e	
fin	

7.2.5 Como centrar objeto en rendija

Para centrar el objeto en la rendija, se utiliza el programa **FOCO**:

1. Ubicar la posición de la rendija en la pantalla desplegando una imagen de ésta (ver sección 6.2 para iluminar la rendija), marcarla con un plumón borrable.
2. En modo de imagen directa, centrar la estrella en la posición ya conocida de la rendija con movimientos de telescopio.
3. Verificar que la estrella está en la rendija, permaneciendo en imagen directa, pero cambiando la apertura por la rendija moviendo la rueda de rendijas/aperturas.
4. Realizar los movimientos con la PC-2metros que la secuencia espectrin realiza, i.e. moverse 4ªl E por 4 veces y regresar 16ªl W, verificando que ésta cae dentro de la rendija y marcando en cada uno la posición que tendrá la estrella en la pantalla.
5. Este mismo procedimiento se deberá realizar con la estrella de guiado en la pantalla del guiador, asegurándose de que ésta se ve a través de la rendija y marcando la posición de la estrella de guiado en la pantalla del guiador.
6. Para guiar al realizar la secuencia **espectrin** es muy importante en la pantalla del guiador determinar la línea por la que habrá que guiar a la estrella en sus movimientos a lo largo de la rendija. A pesar de que el movimiento únicamente es en AR, en el guiador

este movimiento describirá una línea inclinada NUNCA horizontal (esto es inherente al guiador).

7. El centrado y los movimientos se pueden realizar con el programa **MANEJO DE OFFSETS** de la nueva consola del telescopio de 2.1 m cambiando el **offset** al mínimo de 0.5"(para centrado) y a 4"para mover en AR.
8. Se recomienda centrar en orden 0 (ver Tabla 3), en lugar de en modo de imagen directa, cuando se estén observando estrellas brillantes, ya que esto puede ahorrar tiempo. Es importante hacer notar que la posición de la RENDIJA cuando se usa el espejo es DISTINTA de la de orden 0.
9. Una vez centrada la estrella se puede proceder a tomar un espectro, poniendo la rejilla en el intervalo de longitud de onda que se quiere cubrir y el filtro de banda ancha adecuado. Se puede primero tomar un espectro con tiempo corto de integración para determinar la señal a ruido obtenida y así ajustar el tiempo de integración deseado para la observación final.

7.2.6 Observar con macros

En la sección 4.2 se describen los comandos que puede ejecutar el programa **espectro**. Una opción muy útil para la observación en espectroscopía la proporcionan los macros especiales presentados en el punto 7 (ver Tabla 6), los cuales están en el archivo editable **macros.cam**. Los comandos especiales se obtienen con el comando**macro NOM**, el cual ejecuta el macro NOM. Este nombre debe ser diferente en sus 3 primeros caracteres de cualquier otro macro. Cada macro debe contener 10 renglones como máximo.

Entre los comandos útiles para espectroscopía están:

1. **macro directa.** Permite obtener imágenes directas.
2. **macro or0.** Permite obtener imágenes directas con la rejilla en orden cero.
3. **macro pos.** Lista posiciones de rendija, rejilla, lámpara y cámara.
4. **macro cob.** Espectro en la banda de absorción del CO.

El archivo **macros.cam** va a ser modificado por los observadores, por lo que se sugiere checar los comandos que ejecuta cada macro.

$\odot_{\angle}\odot$ **NOTA:** Al moverse a una posición de la rejilla, es necesario arribar desde números menores para tener confiabilidad en la posición debido a backlash. Las rendijas están colocadas en una placa circular que rota en cada paso de movimiento (Fig. 4a). La rejilla está en una mesita rotatoria que al girar cambia el orden en el espectro. En la parte posterior de la rejilla hay un espejo para imagen directa y enfoque del telescopio (Fig. 4b).

7.2.7 Como tomar lámparas

En el Apéndice 1 se presentan los espectros en el infrarrojo de la lámpara de Argón que se utilizará para la calibración en longitud de onda de los espectros (Narahari Rao et al. 1966) observados.

Es necesario al terminar una secuencia **espectrin** tomar un espectro de la lámpara de comparación en la misma posición del telescopio. Para realizar esto se puede: (a) utilizar el comando **lam argon** y dar **enciende argon; ó (b) utilizar el comando macro argon o uno similar para posicionar rendija, rejilla y lámpara, dar enciende argon. Tomar un espectro de lámpara y recordar que es necesario apagarla al final y que no se debe dejar prendida mucho rato (ver Fig. 6).**

En el Apéndice 2 presentamos espectros obtenidos en SPM con la lámpara de Argón en distintas posiciones de la rejilla.

7.2.8 Campos planos

Los campos planos para espectroscopía son normalmente los mismos que para imagen directa obtenidos con el espejo (no en orden 0), ver manual de usuario de CAMILA directa para una descripción del procedimiento y sección 7.1.2 arriba. Es importante hacer notar que los campos planos para cada cámara son muy distintos, ya que cada una cubre un campo de observación diferente, por lo que si se utilizan las dos cámaras se deberán tener conjuntos de campos planos para cada cámara.

7.2.9 Absorciones atmosféricas

Las líneas de absorción atmosféricas son muy numerosas y latosas en el infrarrojo. En las Figuras 8(a), 8(b) y 8(c) se muestran las absorciones atmosféricas en las bandas H (1.55 - 1.725 μm) y K (2.125 - 2.25 μm y 2.25 - 2.35 μm) obtenidas por Meyer (1996) con una resolución espectral R=1000. Estas fueron obtenidas del cociente de dos espectros de alta señal a ruido de la misma estrella observada

con diferentes masas de aire. Existen atlases atmosféricos que estamos en la via de conseguir para SPM, p. ej. Livingston y Wallace (1991) de 1.1 a 5.4 μm y el del CSHELL. Estos atlases pueden ser útiles para evaluar la intensidad y localización de líneas telúricas en los intervalos de longitud de onda de observación. Con estas líneas telúricas se puede saber si éstas caen en ó cerca de las de objetos astronómicos y pueden también ser usadas para calibración en λ.

Cabe también notar que hay muchas bandas de emisión del OH del cielo que deben tomarse en cuenta para el análisis de los espectros. De hecho estas líneas de OH también pueden ser usadas para una calibración en λ.

Para remover las líneas atmosféricas 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 de estudio, estos espectros deben ser tomados en masas de aire y tiempos cercanos al objeto a estudiar.

En cuanto a librerías estelares en el IR, debido a que es un campo muy nuevo, hay muy pocas disponibles. En la banda K podrían mencionarse: Arnaud et al. 1989, Bell et al. 1990, Kleinmann & Hall 1986, Casali & Mathews 1992, Gaffney & Lester 1992, Meyer 1996; mientras que en la banda H la más completa es de Dallier, Boisson & Joly 1996 con R=1500-2000 (ver apéndice 3 y también referencias a otros trabajos en ese artículo) y Lancon & Rocca-Volmerange 1993 (R=500), Origlia et al. 1993 (R=1500), Meyer 1996 (R=1500, ver apéndice 3). En el apéndice 3 se presentan como ayuda al observador, algunos espectros de estos artículos, obtenidos con resoluciones espectrales similares al CAMALEON de estrellas de diferentes tipo espectral y clases de luminosidad. Pero sugerimos que se consulten mejor las referencias listadas para más detalles.

7.2.10 Calibración en flujo

En cuanto a la calibración en flujo, no hay todavía una lista de estándares espectrofotométricas en el IR, éstas se están construyendo. Es necesario por tanto hacer fotometría de las estrellas observadas e irla construyendo entre todos. Por otro lado, debido a que la rendija es muy angosta, la estrella puede salirse fácilmente y por tanto es muy importante estar seguros que los espectros tomados tengan a la estrella perfectamente bien centrada.

7.2.11 Reducción preliminar

En el Apéndice 8.4 se lista un procedimento IRAF llamado redspec.cl, que fué desarrollado por Mike Meyer, que permite obtener una reducción preliminar. Es autoexplicativo y también se encuentra en /home2/observa.

Agradecimientos:

Al Observatorio Astronómico Nacional de San Pedro Mártir, B.C., por habernos dado las condiciones óptimas para desarrollar este instrumento. Al Instituto de Astronomía de la UNAM por haber creado el ambiente de trabajo y libertad académicos que un proyecto como este requiere. Al Equipo Técnico y al personal administrativo y de operación del OAN por su excelente trabajo y apoyo en todas las etapas de prueba y de cambios al sistema CAMILA + CAMALEON. A los asistentes de telescopio: G. García, F. Montalvo y S. Monrroy por su labor fundamental en las temporadas de observación. A los observadores del 2.1 por sus comentarios. A todos aquellos que nos han impulsado a llegar a la etapa final. A la Dirección General de Apoyo al Personal Académico (UNAM) por haber patrocinado este proyecto mediante los proyectos IN300789 e IN501694.

BIBLIOGRAFIA

Arnaud, K.A., Gilmore, G., Collier Cameron, A.: 1989, MNRAS 237, 495.

Bell, R.A., Briley, M.M., Smith, G.H.: 1990, AJ 100, 187.

Casali, M.M., Matthews, H.E.: 1992, MNRAS 258, 399.

Cruz-González, I., Carrasco, L., Ruiz, E., Salas, L., Skrutskie, M., Sotelo, P., Barbosa, F., Gutiérrez, L. , Iriarte, A., Cobos, F., Meyer, M., Bernal, A., Sánchez, B., Valdéz, J., Argüelles, S., Conconi, P.: 1993, "CAMILA: Infrared Camera/Spectrograph", Memorias de "Stars, Gas and Dust in the Galaxy", en honor del Dr. Eugenio Mendoza, 1993, Aug. 25-27, México D.F., Rev.Mex.Astron.Astrof. 29, 197-201.

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

Dallier, R., Boisson, C., Joly, M. 1996, AA Suppl. 116,233.

Gaffney, N.L., Lester, D.F.: ApJ 394, 139.

Kleinmann, S.G., Hall, D.N.B.: 1986 ApJ Suppl. 62, 501.

Lancon, A., Rocca-Volmerange, B.: 1992, AA Suppl. 96, 593.

Lazo, F., Salas, L., Valdez, J.: 1997, "Control de Posición de la Rejilla, Rendija, Cámara y Lámparas del Espectrógrafo de CAMILA", Reporte Técnico IAUNAM RT-97-01, Feb. 1997.

Livingston, W., Wallace, L.: 1991, "An Atlas of the Solar Spectrum from 1850-9000 cm^{-1} (1.1 to 5.4 μm), NSO Technical Report #91-001, National Solar Observatory.

Meyer, M.R. 1996, Ph.D. Thesis, University of Massachusetts at Amherst.

Narahari Rao, K., Humphreys, C.J., Rank, D.H.: 1966, "Wavelength Standards in the Infrared", Academic Press.

Origlia, L., Moorwood, A.F.M., Oliva, E.: 1993, AA 280, 536.

Capítulo 8

Apéndices

8.1 Apéndice 1. Lámpara de Calibración de Argón

Estas tablas y espectros fueron obtenidos del libro: "Wavelength Standards in the Infrared, de K. Narahari Rao, C.J. Humphreys, D.H. Rank, 1966, Academic Press.

8.2 Apéndice 2. Espectros de Argón obtenidos con el espectrógrafo de CAMILA

8.3 Apéndice 3. Espectros y tablas de identificación de líneas de estrellas de distintos tipos espectrales y clases de luminosidad

8.4 Apéndice 4. Programa redspec.cl para reducción preliminar de espectros.

8.5 Apéndice 5. Publicaciones de CAMILA + CAMALEON

Hasta octubre de 1997 se ha publicado la siguiente documentación de CAMILA + CAMALEON. En ella se describen los objetivos y metas del proyecto, los aspectos técnicos de la configuración del sistema que ha sido concluido y se muestran algunos resultados observacionales obtenidos en el OAN/SPM por los responsables del instrumento. Esta documentación constituirá el Manual del Instrumento.

1. **"CAMILA: Infrared Camera / Spectrograph", I. Cruz-González, L. Carrasco, E. Ruiz, L. Salas, M. Skrutskie, P. Sotelo, F. Barbosa, L. Gutiérrez, A. Iriarte, F. Cobos, M. Meyer, A. Bernal, B. Sánchez, J. Valdéz, S. Argüelles, P. Conconi: 1993, Memorias de "Stars, Gas and Dust in the Galaxy", en honor del Dr. Eugenio Mendoza, 1993, Aug. 25-27, México D.F., Rev.Mex.Astron.Astrof. 29, 197-201.**
2. **"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. , 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.**
3. **"Sistema para la Detección de Imágenes y Espectros Infrarrojos", I. Cruz-González, L. Carrasco, E. Ruiz, L. Salas, P. Sotelo, F. Barbosa, L. Gutiérrez, A. Iriarte, F. Cobos, A. Bernal, B. Sánchez, J. Valdéz: 1995, Memorias del IX Congreso de la Sociedad Mexicana de Instrumentación: 1994, 300-305.**
4. **Celda Criogénica y Montura para Imagen Directa de la Cámara Infrarroja "CAMILA"para el Intervalo de 1-2.5 μm (Reporte Técnico IAUNAM RT-98-XXX, en revisión.)**
5. **Sistema de generación de las señales para el manejo y lectura del detector NICMOS 3 (Reporte Técnico IAUNAM RT 94-03)**
6. **Tarjeta Interfaz-PC para la Cámara IR "CAMILA"(Reporte Técnico IAUNAM RT 94-04)**

7. **Sistema de Adquisición para "CAMILA": Computadoras, Modos de Lectura y programas (Reporte Técnico IAUNAM No. 94-06).**
8. **Manual de Instalación de CAMILA: Cámara Directa. (versión 0)**
9. **MANUAL DE USUARIO PARA IMAGEN DIRECTA DE LA CAMARA INFRARROJA "CAMILA", Versión 1, Manual de Usuario IAUNAM, MU-96-02**
10. **Electrónica de Lectura del Detector IR NICMOS 3 (Reporte Técnico IAUNAM RT-95-03).**
11. **Control de Posición de Rendija, Rejilla, Cámara y Lámparas de Comparación del Espectrógrafo de CAMILA (Reporte Técnico IAUNAM RT-97-02)**
12. **MANUAL DE USUARIO PARA EL ESPECTROGRAFO/CAMARA CRIOGENICO INFRARROJO DE CAMILA: "CAMALEON", Versión 1, (Manual de Usuario IAUNAM MU-97-XXX)**
13. **Diseño óptico del colimador y las cámaras f/4.5 y f/13.5 (reporte técnico en preparación).**
14. **Diseño del Espectrógrafo (reporte técnico en preparación).**

PIES DE FIGURA

Figura 1. Diagrama General del CAMALEON de CAMILA. Se muestran las componentes que constituyen el sistema a instalar: refrigerador (R), ESPECTROGRAFO/CAMARA (CAMALEON)+ CAMILA, electrónica de control (L) y calefactor de la ventana (C).

Figura 2. Fotografías del Espectrógrafo/Cámara CAMALEON y CAMILA:

(a) Configuración del banco óptico (CAMALEON) y sus distintas componentes ópticas, mecánicas y electrónicas, que incluyen 2 cámaras (motorizadas), colimador, espejos, carrito de lámparas de comparación (motorizado), rueda de rejillas y diafragmas (motorizada), mesa rotatoria de rejilla/espejo (motorizada); y la localización del crióstato con el detector NICMOS 3 y su electrónica de control (CAMILA).Fotografía del Banco Optico que muestra de arriba a abajo: a la izquierda, espejos planos , rueda de rendijas/aperturas con su motor, mesa rotatoria con rejilla/espejo con su motor,espejo plano y colimador; a la derecha, CAMILA, cámaras f/13.5 y f/4.5. y espejo Tip/Tilt.

(b) Sistema integral CAMILA + CAMALEON instalado en el telescopio de 2.1 m y orgullosos observadores con su instrumento. A la izquierda de la astrónoma está el refrigerador NESLAB que se encarga de mantener el espectrógrafo a una temperatura de -30 °C., hasta arriba y al centro la caja de Lazo (L) que controla los movimientos de los motores del espectrógrafo/cámara y arriba del astrónomo el controlador del detector.

(c) Banco óptico en proceso de ensamble final. El carro de lámparas de comparación (diseñado y maquinado por Pocho) motorizado (localizado en la parte superior) y el contenedor hermético que aisla al banco óptico del exterior (diseñado y maquinado por Pocho) están marcados. Las conecciones eléctricas de la electrónica de control (desarrollada por Lazo) y los motores de paso han sido marcadas, así como algunas componentes.

(d) Fotografía de la parte interior del contenedor hermético con el serpentín por el cual circula el alcohol refrigerante.

(e) Fotografía del CAMALEON + CAMILA enfriado e instalado en el telescopio de 2.1 m del OAN/SPM.

(f) El CAMALEON + CAMILA con su refrigerador NESLAB de alcohol circulante instalado en el telescopio de 2.1 m del OAN/SPM.

Figura 3. Diagrama esquemático del banco óptico donde se muestra la trayectoria del haz desde telescopio al detector.

Figura 4. Fotografías de detalles del espectrógrafo

(a) Perillas X y Y del espejo Tip/Tilt, y del colimador del espectrógrafo, localizados en el lado norte del CAMALEON.

(b) Rueda de diafragmas/rendijas.

(c) Montura rotatoria de rejilla/espejo.

Figura 5. Ejemplo de espectro de Argón y relación de dispersión.

(a) Argón con f/4.5 en la posición 3815 de la rejilla de difracción.

(b) Relación de dispersión obtenida. En esta posición obtuvimos 5.8 Å/pix y un intervalo espectral de 0.1491 μm.

Figura 6. Espectro de la lámpara de Argón como se ve en la pantalla de la SUN. Hacia arriba se localizan longitudes de onda menores.

Figura 7. Espectro original de una estrella brillante (a) y diferencia de espectros consecutivos del mismo objeto (b).

Figura 8. Espectros de la opacidad atmosférica en la bandas-H (a) y en dos posiciones en la banda-K (b) y (c) obtenidos por Meyer (1996) con R=1000.