MANUAL DE USUARIO[1] PARA IMAGEN DIRECTA DE LA CAMARA INFRARROJA "CAMILA"[2]
Versión 1

Irene Cruz-González
Luis Salas
Elfego Ruiz

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

MANUAL DE USUARIO IAUNAM
MU-96-02

Versión Revisada: Mayo, 1996

[1]Basado en observaciones obtenidas en el OAN/SPM.
[2]Proyecto financiado por DGAPA (UNAM): IN300789.

Abstract

Este documento contiene la versión revisada del Manual de Observación de la Cámara Infrarroja "CAMILA", construida en el IAUNAM para observaciones en imagen directa en el infrarrojo cercano. Una versión preliminar se distribuyó a los observadores con CAMILA a principios de 1996. Esta nueva versión recoge sugerencias, comentarios y adiciones de algunos colegas. Hay algunos cambios importantes: una nueva tabla de filtros (Tabla 4), mejores figuras y diagramas, curvas de transmición de filtros legibles y cartas de identificación de las estrellas estándares de UKIRT.

El sistema "CAMILA" está centrado en un detector NICMOS 3 de 256 $\times$ 256 pixeles sensible en el intervalo de longitud de onda de 1 a 2.5 μm. Cuenta con un carrusel de 12 filtros motorizados y un diafragma frío que reduce la radiación de fondo. El sistema óptico actual para imagen directa está contenido en un banco óptico diseñado para el secundario f/13.5 del telescopio de 2.1 m del OAN/SPM. El sistema cuenta ahora con dos cámaras f/13.5 y f/4.5. En este telescopio la escala de placa y el campo de cada cámara son los siguientes: f/4.5, 0.85 "/pixel, 3.63'$\times$3.63'; y f/13.5, 0.3 "/pixel, 1.28'$\times$1.28'. Además de los 3 filtros de banda ancha: J, H y K', se cuenta con filtros de interferencia para líneas de He I, H I (Paγ y Brγ), [Fe II], H_2 (v=2-1 s(1) y v=1-0 s(1), CO y cK. La magnitud límite (5σ) del sistema es K'=16, H=17 y J=17.6, en 1 min de integración.

INDICE

CAPITULO 1

INTRODUCCION

1.1 Contenido

En este trabajo se presenta el Manual de Observación para los usuarios de la Cámara Directa IR "CAMILA". Para una descripción técnica detallada, referimos al lector a los distintos reportes técnicos (ver Anexo A, donde se presenta la lista).

Para el lector interesado en detectores e instrumentación IR actual, los referimos a McLean (1993).

El texto está dividido en 7 capítulos, que contienen información acerca del proyecto y configuración del sistema, las características de la cámara directa para el intervalo de 1 a 2.5 μm, el procedimiento de instalación en telescopio, una descripción de los programas de observación y finalmente, se mencionan algunas técnicas de observación en el IR. En el Cap. 6 se presentan algunos comentarios finales. Al final, se presentan una serie de apéndices que contienen información importante: las publicaciones de CAMILA (Apéndice A), las curvas de transmisión de los filtros disponibles (Apéndice B), copia del trabajo de McCaughrean sobre técnicas de reducción y análisis IR (Apéndice C), Estrellas Estándares (Apéndice D) y la forma de bitácora (Apéndice E).

Dado que el proyecto CAMILA ha sido una colaboración de grupos del Instituto de Astronomía, UNAM IAUNAM) y del Five College Astronomy Department de la Universidad de Massachusetts (FCAD, UMass), cabe aclarar aquí que la parte mecánica de la botella criogénica y el mecanismo de movimiento de filtros fueron construidos en el Laboratorio IR del FCAD en UMass y es un diseño de M. Skrutskie. Por otro lado, la parte electrónica del crióstato, la disposición de las partes en el área de trabajo, el funcionamiento del crióstato y el detector NICMOS 3, el sistema de adquisición y los programas son trabajo realizado en el IAUNAM.

1.2 Descripción General

La configuración inicial del sistema ha sido básicamente concluida y consiste de las siguientes componentes:

1. Celda Criogénica: Detector, Carrusel de Filtros
2. Montura para Imagen Directa
3. Generador de Señales para el Manejo y Lectura del Detector
4. Amplificador, Integrador y Convertidor A/D
5. Tarjeta Interfaz-PC
6. Sistema de Adquisición: Computadoras, Modos de Lectura y Programas
7. Espectrógrafo: Banco Optico, Colimador, Cámaras f/4.5 y f/13.5, Rejillas, Diafragmas, Lámparas de Comparación

En la Figura 1 se presenta el diagrama general de bloques del sistema completo y en la Figura 2 se presenta 2 fotografías del sistema CAMARA / ESPECTROGRAFO INFRARROJO: "CAMILA" instalado en telescopio. En la Fig. 2a se presenta a CAMILA en modo de IMAGEN DIRECTA, ya concluido y parte de la instrumentación del OAN/SPM, que ha operado por algunos semestres. En la Fig. 2b se presenta a CAMILA en modo de CAMARA/ESPECTROGRAFO IR (CAMALEON). Este último ya ha sido concluido y será liberado en breve al OAN/SPM, podrá ser utilizado en modo de imagen directa y en modo de espectroscopiía. Los detalles sobre este sistema se presentan en el Manual de Usuario para el Espectrógrafo / Cámara Criogénico Infrarrojo de CAMILA: "CAMALEON". El presente manual y el del CAMALEON son manuales de usuario complementarios.

El diagrama general de bloques del sistema completo presentado esquemáticamente en la Fig. 1, muestra lo siguiente: a) las 4 computadoras que controlan el sistema (1 microcontrolador, 2 PCs 486 y una estación de trabajo) , b) la electrónica de control y adquisición de imágenes, c) el crióstato que aloja al detector y d) la montura del sistema en la platina del telescopio.

El detector está localizado dentro de una celda criogénica de nitrógeno líquido (N_2 L) a 77 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 posterior del crióstato se encuentra una tarjeta electrónica que contiene los circuitos electrónicos que interactuan directamente con el detector, y se encuentra blindada dentro de una caja metálica (mochila de CAMILA). Esta tarjeta contiene 4 canales de procesamiento analógico-digital, potenciales de alimentación-referencia e impulsores (*buffers*) para acondicionar las señales digitales de control. El microcontrolador simula un generador de señales completamente programable que define los modos de borrado, integración y lectura de las imágenes. Este generador y las fuentes de poder lineales (bajo ruido) se encuentran en un solo gabinete el cual se coloca en la platina del telescopio. Las señales de los convertidores son transmitidas desde la tarjeta electrónica via RS422 hasta una interfaz con la computadora PC-Camila, que se encarga de almacenar y procesar preliminarmente los datos. La interfaz recibe los datos seriales de los 4 cuadrantes simultáneamente, los convierte en paralelo y los almacena temporalmente en memoria. La PC-Camila está conectada también con el microcontrolador via RS232 y carga en éste el programa operativo del detector. La adquisición final de datos y el control general del instrumento son realizados por una estación de trabajo SUN via un enlace ethernet con la PC-Camila. La programación está basada en la plataforma IRAF a la cual se han agregado programas especiales, particulares de la observación en el infrarrojo, proporcionando distintos modos de lectura y linealizando las imágenes en tiempo real. Dado que la observación en el IR requiere de movimientos especiales del telescopio, se ha incorporado a la programación de CAMILA, el control de movimiento del telescopio de 2.1 m del OAN/SPM, el cual es actualmente realizado por la PC-2metros via ethernet.

1.3 Detector NICMOS 3

La parte medular del diseño de CAMILA fue realizada alrededor de un detector NICMOS 3 de HgCdTe, desarrollado por Rockwell Inc. en Estados Unidos. El detector montado actualmente tiene calidad científica y ha sido uno de los mejores detectores producidos por Rockwell. Las características generales se muestran en la Tabla 1.

En la Figura 3 se presenta una fotografía del detector (Fig. 3a) y una imagen de los pixeles malos del detector NICMOS 3 de calidad científica de CAMILA (Fig. 3b). El detector proporcionado por Rockwell Inc. es de muy alta calidad y contiene un número pequeño de pixeles malos y defectos, que son fácilmente corregibles en el proceso de reducción de las imágenes.

TABLA 1. DETECTOR NICMOS 3	
Respuesta espectral	1-2.5 μm
Formato	256 $\times$ 256 pixeles, dividido en 4 cuadrantes
Tamaño de pixel	40 μm
Eficiencia Cuántica	$>$ 70 % a λ pico
Tipo de detector	HgCdTe, fotovoltaico
Temperatura de operación	60-80 °K
Capacidad máxima de carga	$3 \times 10^5\ e^-$
Linealidad	90% (0.1% al 80% de saturación)
Corriente obscura	$< 800e^-/s$ a 77 °K; $< 2e^-/s$ a 55 °K

CAPITULO 2

CAMARA DIRECTA IR

2.1 Imagen Directa y Espectroscopía

En el diagrama de CAMILA (Fig. 1) se muestra esquemáticamente que el crióstato puede ser acoplado a dos monturas (ver Fig. 2). Estas dos monturas son utilizadas para los dos modos de operación del sistema: **imagen directa** y **espectroscopía**.

La primera montura es relativamente simple y es utilizada exclusivamente en el modo de imagen directa. Así, es posible realizar observaciones fotométricas en el infrarrojo cercano utilizando una serie de filtros en las bandas IR de 1 a 2.5 μm. Consiste básicamente de una estructura mecánica con componentes ópticas que reenfocan el plano focal del telescopio sobre el detector y se acopla mediante una cubeta extensora directamente a la platina del telescopio. En la siguiente sección se describen las especificaciones de su diseño. El sistema de imagen directa ha sido probado exitosamente por el grupo que lo desarrolló, está ya en una etapa de operación cotidiana y confiable y ya ha sido entregado al IAUNAM como un instrumento del OAN/SPM.

La segunda montura es más compleja, ya que consiste de un banco óptico que tiene integradas componentes ópticas controladas por computadora en plataformas móviles que permiten utilizar al detector en dos modos: cámara directa (con dos razones focales diferentes f/13.5 y f/4.5) y espectroscopía (baja y alta resolución). El espectrógrafo se encuentra en sus últimas etapas de construcción y desarrollo, por los detalles de su montura se describirán en el reporte técnico correspondiente y será entregado al OAN en un futuro cercano (ver Manual de Usuario para el Espectrógrafo / Cámara Criogénico Infrarrojo de CAMILA: “CAMALEON”).

2.2 Reductor Focal

Para realizar observaciones en modo de imagen directa se diseñó una montura relativamente sencilla que se acopla, mediante una cubeta extensora, directamente a la platina del telescopio. En esta montura se coloca la botella criogénica sobre una brida de teflón que aisla eléctricamente. El diseño de esta montura se presenta en las Figuras 4 (diagrama mecánico) y 5 (diagrama óptico). En la Figura 5 puede verse que el haz del telescopio incide en un espejo colocado a 45° para despues incidir en un doblete de ZnS/ZnSe que actua como un reductor focal 2:1 y reenfoca el plano focal del telescopio sobre el detector. Es importante hacer notar que con el objeto de reducir radiación de luz parásita de fondo es necesario utilizar una pupila fría (o Lyott stop) de 7 mm de diámetro, que se coloca en la parte externa del carrusel de filtros, cuando se utilize el doblete para observar en imagen directa. Esta pupila es sobre todo importante en las longitudes de onda mayores donde la radiación de fondo en el IR es mayor, ya que tanto el telescopio como muchas de las componentes radían en el IR cercano.

El diseño óptico del reductor focal o doblete fue realizado con el software Zemax y ha sido optimizado para el secundario f/13.5 del telescopio de 2.1 m del OAN/SPM. En la Figura 6 se presenta un diagrama de rayos del camino óptico del telescopio al detector. El diseño del doblete fue enviado a Janos Technology Inc. en Estados Unidos, para su manufactura y recubrimiento con capas anti reflectora. El doblete fue colocado en un barril protector, después de alinear cada lente y no debe removerse de la montura de CAMILA para no perder la alineación óptica. Para alinear el haz del telescopio con el doblete se utiliza un pequeño laser y una montura en forma de cruz y dos tornillos que realizan un movimiento tip/tilt del espejo a 45 °. Los detalles de este procedimiento se encuentran más adelante (§3.7.1). Es importante aclarar que la montura en directa de CAMILA permite ajustes para distintas razones focales siempre y cuando sean cercanas a f/13.5, y por tanto podría ser utilizada en los 3 telescopios del OAN/SPM.

Esta óptica y montura mecánica será reemplazada en breve por las del CAMALEON (ver Manual de Usuario para el Espectrógrafo / Cámara Criogénico Infrarrojo de CAMILA: "CAMALEON").

2.3 Escala de Placa y Campo de Observación

Para imagen directa con CAMILA la **escala de placa** en el telescopio de 2.1m del OAN/SPM con el secundario f/13.5 y el doblete descrito arriba, es de **0.48 "/pixel** la cual nos da un **campo de observación de 123"×123"**.

Para el CAMALEON se tienen las cámaras, escalas de placa y campos presentados en la Tabla 2.

TABLA 2. CAMARAS			
POSICION	CAMARA	ESCALA DE PLACA	CAMPO
11	f/13.5	0.3 "/pixel	1.28' $\times$ 1.28'
600	f/4.5	0.85 "/pixel	3.63' $\times$ 3.63'
80	pin hole (50 μm)		

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 XXX).

En la pantalla de la SUN se verá desplegada la imagen observada con el Norte arriba y el Este a la derecha, esto es si CAMILA está montada del lado Norte de la platina. El detector está dividido en 4 cuadrantes de 128$\times$128 pixeles localizados así en la pantalla: cuadrante 1 está abajo-izq., el 2 abajo-der., el 3 arriba-der y el 4 arriba-izq.

2.4 Ruido del Sistema y Magnitud Límite

Los resultados de las pruebas observacionales del instrumento, realizadas en el telescopio de 2.1 m. del Observatorio Astronómico Nacional, en San Pedro Mártir, B.C., México con el secundario f/13.5, durante el período Oct-Dic de 1993, relativas al desempeño de la electrónica y la sensibilidad se presentan en las Tablas 3 y 4, respectivamente.

TABLA 3. ELECTRONICA DE CAMILA	
Parámetro	Valor
Ganancia Electrónica	15 e/ADU
Corriente Obscura	0.5 ADU/sec
Ruido de Lectura (2 lecturas)	40 e^-

TABLA 4. SENSIBILIDAD DE CAMILA					
Banda	Radiación de fondo[1]		Eficiencia[2]	Magnitud Límite[3]	
	ADU/s/pix		e^-/fotón		
	(no p.f.)	(p.f.)		(no p.f.)	(p.f.)
J	125	100	0.19	17.3	17.6
H	500	230	0.31	16.2	17.0
K'	2700	400	0.42	14.0	16.0

Notas Tabla 3:
[1] p.f.: utilizando una pupila fría .
[2] La eficiencia cuántica está calculada a partir de fotones incidentes en la alta atmósfera.
[3] Las magnitudes límite son 5σ para exposiciones de 1 min bajo condiciones de "seeing " de 1.5" en una apertura de 4". El ruido dominante en los filtros es el ruido de fondo.

Las magnitudes límite de CAMILA son similares a las obtenidas con cámaras IR basadas en un NICMOS 3 (ej. ESO: Moorwood et al. 1992; CFHT: Simons 1993).

IMPORTANTE: Se recomienda nunca exponer el detector de CAMILA en objetos más brillantes que magnitud V=5 puesto que el detector se satura. Además, una vez expuesta la cámara en objetos brillantes, las imágenes subsecuentes contendrán un residuo en las zonas saturadas que se irá quitando con las integraciones, pero que es difícil de eliminar en la reducción.

2.5 Pixeles Malos

En el directorio de trabajo existe un archivo llamado badpix.ls con una lista de los pixeles malos del detector montado en CAMILA. La imagen presentada en la Figura 3b, representa los pixeles malos en el detector actualmente montado en el sistema.

2.6 Filtros

El sistema cuenta con un carrusel con 12 filtros, uno de los cuales opera como obturador. En la Figura 7 se muestra una fotografía del carrusel. En la Tabla 4 (OCT 95) se muestran las características de los filtros actualmente montados en el carrusel: número de filtro, posición en el motor de pasos, filtro, longitud de onda central (λ), ancho del filtro ($\Delta\lambda$) y ruido de fondo (en conteos por segundo) obtenido en cada filtro con el reductor focal. Las curvas de transmisión espectral de los filtros disponibles para CAMILA se presentan en el Apéndice B y la Tabla de filtros usada antes de Julio de 1995. Nótese que se reemplazó Paβ por el filtro de Hidrógeno molecular v=2-1 S(1) y que se han revisado la longitud de onda central y el ancho de banda de los filtros J y H.

El posicionamiento de los filtros dentro de la botella puede ser realizado manualmente, teniendo precaución de desconectar antes el **motor de pasos**, por medio de una perilla, ó **preferentemente automáticamente**, a través de una instrucción enviada al microcontrolador desde el programa **camila** que se describe más adelante. En ambos casos, la posición absoluta del carrusel puede ser leida directamente por medio de un cuenta vueltas ubicado junto al motor en el exterior de la botella. Una vez definida la posición cero al centro del obturador, las posiciones de cada filtro están dadas en la Tabla 5. La rotación del carrusel es llevada a cabo por el motor de pasos, cuyo movimiento se transmite 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.

TABLA 5. FILTROS DE CAMILA (OCT 95)

#	POS	FILTRO	λ μm	$\Delta\lambda$ μm	FONDO cont/s
0	9998	dark	1 - 2.5		0.05
1	100	HeI	1.083	0.01	5
2	206	Paγ	1.094	0.01	5
3	308	$H_2, v = 2-1, S(1)$	2.248	0.024	20
4	412	J	1.275	0.282	100
5	518	H	1.672	0.274	240
6	623	[FeII]	1.644	0.016	20
7	726	K'	2.125	0.35	400
8	829	H_2, v=1-0, S(1)	2.122	0.02	12
9	934	CO	2.295	0.02	60
10	1040	cK	2.26	0.06	100
11	1144	Brγ	2.166	0.02	25

En la Tabla 5 se presentan los conteos de radiación de fondo para cada filtro con el doblete. Para los conteos de fondo de las cámaras f/4.5 y f/13.5 ver el Manual de Usuario para el Espectrógrafo / Cámara Criogénico Infrarrojo de CAMILA: "CAMALEON".

2.7 Bitácora de Observaciones con CAMILA

Para que el observador lleve una bitácora de observación con CAMILA se puede utilizar las formas presentadas en el Apéndice E. Estas pueden imprimirse desde la SUN mediante el comando: **lpr logcam.ps**.

CAPITULO 3

INSTALACION EN TELESCOPIO

3.1 Componentes de CAMILA en Imagen Directa

En las fotografías de las Figuras 2a y 8 se presenta el sistema de imagen directa de CAMILA instalado en telescopio. Para la instalación en telescopio se presenta en la Tabla 6 una lista de las unidades que constituyen al sistema.

TABLA 6. COMPONENTES DE CAMILA		
NUMERO	NOMBRE TECNICO	APODO
1	crióstato o botella criogénica	botella
2	electrónica de control y lectura	mochila
3	reductor focal	doblete
4	montura telescopio + extensión	montura+cubeta
5	laser + montura alineación	laser
6	micro procesador	cajita verde
7	interfaz PC486⇒NICMOS	PC-CAMILA
8	interfaz PC486⇒2metros	PC-2m
9	interfaz SUN⇒usuario	estopa
10	cables y conectores CAMILA	cableado
11	embudo nitrógeno	cuerno
12	observador 2m en luna llena	usuario CAMILA

3.2 Procedimiento Inicial

3.2.1 Preliminares

CAMILA es un equipo muy DELICADO y debe ser tratada con mucha precaución (i.e. como a una DAMA).

Se recomienda iniciar la instalación de la cámara directa CAMILA **dos** días antes de la temporada de observación en que se vaya a utilizar. Este tiempo es necesario porque se requiere evacuar adecuadamente el crióstato y porque el proceso de enfriado del detector requiere de alrededor de 12 horas en su etapa final.

La preparación de CAMILA, la instalación en telescopio y las pruebas iniciales de operación serán realizadas por el equipo técnico especializado del OAN. La operación de CAMILA es responsabilidad del OAN por lo que se pide a los observadores únicamente vigilar que el sistema sea instalado y opere adecuadamente. Con el objeto de lograr una operación óptima y detectar problemas, se recomienda a los observadores estar familiarizados con el procedimiento general de instalación y pruebas iniciales de CAMILA que se describen en este capítulo.

3.2.2 Stop Frío

Antes de comenzar a realizar el vacío del crióstato y/o enfriar, checar que esté instalado el **Lyott stop o diafragma frío dentro de la botella criogénica**. Este stop es un diafragma de aluminio de 7 mm de diámetro, que se instala (pega) en la parte exterior de la rueda de filtros, dentro de la botella, cuyo papel es disminuir la radiación de fondo en la banda K. Para checar que esté en su lugar se asoma uno por la ventana de la botella con una linterna y el diafragma debe ser claramente visible. Este diafragma actualmente se remueve si CAMILA es usada en modo espectroscópico, por lo que debe checarse para imagen directa.

3.2.3 Filtros

Checar que no esté puesto el seguro del dial de los filtros (nótese que el seguro **NUNCA** debe estar puesto). Mover a mano los filtros para checar que estén centrados en sus posiciones. La posición en el dial de cada filtro disponible, se muestra en la Tabla 4. Para iniciar la operación, la rueda de filtros **debe** estar en el filtro 0 antes de conectar la electrónica. **La micromint (cajita verde)**

es la única computadora en el sistema que lleva la cuenta del filtro, y ésta asume que la posición al encender es la correspondiente al filtro 0. Si en cualquier momento durante la operación, es necesario apagar esta computadora, habrá que llevar manualmente a la posición 0 nuevamente (desconectando el motor de pasos o apagando la micromint).

Una vez realizadas estas pruebitas se procede a evacuar la botella criogénica.

3.3 Evacuación del Crióstato

Uno de los procedimientos más importantes es la evacuación del crióstato de CAMILA. Se recomienda que éste sea realizado por personal técnico experimentado.

En la Figura 9 se presenta al crióstato siendo evacuado en el sistema Veeco de SPM, con el objeto de ilustrar donde está la válvula y donde deben conectarse la manguera de la bomba de vacío y el puerto para el termopar. Actualmente, hay otro sistema adicional de vacío operando en SPM y el uso del sistema Veeco o el nuevo es equivalente. CAMILA cuenta con un medidor de presión interna o termopar que permite medir la presión de la botella durante el proceso de evacuación y el sistema de vacío nuevo cuenta con su propio medidor.

Una vez conectada la manguera del sistema de vacío al crióstato se deberá esperar unos minutos a que el sistema se estabilize y se evacue la manguera para proceder a abrir la válvula de vacío e iniciar la evacuación del crióstato. Esta válvula sólo puede 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 a presión de operación y puede ser llenado 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 la pérdida de vacío. Tanto el termopar como la válvula se atornillan con cinta de teflón a la tapa superior del crióstato (ver Fig. 9).

En caso de requerir mayor vacío, se debe tener en cuenta que, en cada paso que se siga con el equipo de vacío, se deberá primero cerrar la válvula de vacío de la botella y dejar que se evacue la manguera y se estabilice. En particular, cuando se pasa de la bomba mecánica a la difusora, hay un período 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 período puede durar unos 5 minutos.

En total, el criόstato de CAMILA debe poder llegar a un buen vacío, i.e. inferior a 30 mTorr en el termopar, en unos 45 minutos. Sin embargo, es posible que por algún problema el sistema se encuentre muy sucio y que la evacuación dure más tiempo.

Cuando el sistema ya está instalado y operando en telescopio, puede medirse el vacío con el termopar. En caso de que no se cuente con el medidor, una apariencia nublada de la ventana ó la presencia de condensación de agua en el criόstato, son indicadores de que el vacío dentro del criόstato es deficiente. Deberá checarse el criόstato y evacuar el sistema a temperatura ambiente, i.e. vaciar el nitrógeno líquido y esperar a que la botella se caliente.

3.4 Conexiones Iniciales

Antes de iniciar el proceso de enfriado del criόstato, es necesario conectar la electrónica para poder monitorear el proceso. En este paso no se requiere aún conectar la SUN ni la PC del dos metros, por lo que esta operación puede realizarce en otro lugar, p.ej. en el laboratorio de electrónica o en el cuarto de junto.

Se requiere conectar la mochila (caja roja), la micromint (caja verde) y la PC-Camila. Para ello existen tres cables, uno corto (que se guarda en la caja militar de camila) que va de la botella a la mochila; uno múltiple, que va de la mochila a la micromint; y un DB-25 que va de este múltiple a la PC (OJO: requiere un cambiador de género). En este último cable, se transmiten, además de los datos del detector, señales de comunicación serial (RS422) entre la PC y la micromint (mediante el puerto COM1: de la PC). Es por esto que debe estar conectado un cablecito telefónico entre COM1: y la tarjeta de interfaz en la PC-Camila.

La conexión entre las distintas computadoras asociadas al sistema es como sigue (ver Fig. 10):

1. PC-Camila a SUN vía ethernet
2. PC-Camila a micromint vía COM1: que va por RS422 en la misma línea que los datos (conector telefónico).
3. PC-Camila a PC-2metros vía RS232, COM2: a COM2:

3.5 Pruebas Iniciales

3.5.1 Programa CAMINA

Encender la PC-Camila y posteriormente la micromint (cajita verde), pasarse al directorio observa y correr el programa **pcplot**, que permite establecer la comunicación entre ellas. La micromint responde con el prompt del intérprete BASIC, y para habilitar la transferencia de archivos a la micromint hay que dar el comando **(Alt)U ¡nombre del archivo¿**, que en este caso sería **(Alt)U camina**, el cual se ejecuta al dar **RUN**.

En la ejecución pueden darse varios comandos de prueba (siempre con mayúsculas) como los siguientes:

- R (resetea los convertidores),
- B (Borra detector, responde con T por terminé);
- L (lee, responde T);
- F01 Return (mueve al filtro 01, responde T).

Una vez probado **camina**, se requiere salir de pcplot con **(Alt)x**.

3.5.2 Programa PRUEBA4

Ejecutar programa **prueba4** en la PC-Camila. Este programa da el número de pixeles leídos (debe ser 16384); y luego el número de pixeles en cero (debe ser cero) y el número de pixeles saturados (deben ser casi todos 16384) en cada uno de los cuadrantes.

3.6 Procedimiento de Enfriado

Con **prueba4** funcionando, comenzar el proceso de llenado de nitrógeno. Para esto usar el embudo en forma de cuerno. Hay que tener 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 y nunca llega al depósito. Otro detalle que hay que checar es que no se forme hielo entre el cuello y el vástago, ya que esto evita que respire el depósito. Esto se puede verificar quitando el embudo y probando con cuidado con un desarmador largo. El tiempo de llenado debe ser como de 20 minutos, y se usan del orden de 5 litros.

Durante el proceso de enfriado, debe notarse que, una vez que empieza a transferirse el nitrógeno, el numero de pixeles saturados en cada cuadrante comienza a disminuir, lo cual indica que el detector empieza a responder ("vive"). El último cuadrante en responder es el 4, que normalmente está vivo cuando los otros ya casi no muestran pixeles saturados.

Cuando el cuadrante 4 comience a vivir, puede interrumpirse el programa **prueba4** y usar el programa **prueba5**.

3.6.1 Programa PRUEBA5

Este programa realiza un borrado y dos lecturas en forma secuencial, con un tiempo de integración entre las dos lecturas, que es programable (dar 0). Lo que muestra para cada cuadrante, es el nivel medio del offset (1a. lectura) y la señal (2a-1a lectura) y esto sirve para determinar cuando el detector está en condiciones de operación.

El nivel normal de operación es cuando el offset llega a valores del orden de **2000 conteos en cada cuadrante**. Cabe notar, que el cuadrante 4 tiene un nivel generalmente mayor (≈3000). Para esto son necesarias varias horas (entre 8 y 12). Durante este proceso será necesario estar rellenando de nitrógeno aproximadamente cada 6-8 horas. (más frecuente al principio).

3.7 Instalación en el Telescopio

3.7.1 Montura

La montura de la cámara directa (ver. Figs. 4 y 5) contiene un espejo y una lente (doblete), por lo que deberá manejarse con cuidado. Normalmente, el espejo no requiere realinearse, pero en caso necesario, ésto se puede checar con el laser que se monta en una cruz de aluminio a la entrada de la montura. Dos tornillos en la parte posterior del espejo permiten darle tilt en X y Y. El mecanismo de este espejo, consite de un balín, un resorte que jala y dos tornillos que empujan, pivoteando sobre el balín. El balín puede llegar a salirse de lugar en caso que se excedan los límites del tornillo o porque se despegó, y en ese caso hay que abrir el mecanismos para reubicar (con pegamento) el balín.

La montura se pone a la platina con una cubeta extensora como de 40 cm, que es parte del equipo de CAMILA. En la base de teflón de la montura se instala la botella con 4 tornillos allen, preferentemente del lado Norte de la platina. Con esta configuración el Norte queda arriba y el Este a la derecha en las imágenes en la SUN, pero el observador puede preferir otra orientación.

3.7.2 Montura Cámara/Espectrógrafo

A partir de julio de 1996, el sistema descrito anteriormente será dado de baja en el telescopio de 2.1 m y en lugar de éste se deberá instalar el CAMALEON de CAMILA de acuerdo al procedimiento descrito en el Manual de Usuario para el Espectrógrafo / Cámara Criogénico Infrarrojo de CAMILA: “CAMALEON”.

3.7.3 Electrónica

La electrónica se conecta en la misma forma que para el enfriado, con algunas diferencias. La mochila se coloca sobre la botella con las abrazaderas que tiene, la cajita verde (micromint) se instala en la celda mediante un tornillo de platina que fija la caja (es necesario desatornillar la tapa de la micromint) y la PC-Camila se queda en el cuarto de observación, comunicándose hacia arriba con un cable DB-25 (25 líneas). Checar que el cable de la rueda de filtros que va de micromint al crióstato esté conectado.

Addicionalmente, la PC-Camila se conecta a la PC-2metros mediante el puerto COM2 de ambas computadoras y un modem nulo. También es necesario conectar la PC-Camila a la red ethernet, para que ésta pueda comunicarse con la SUN.

CAPITULO 4

OBSERVACION CON CAMILA

4.1 Computadoras

CAMILA tiene 4 computadoras asociadas. Estas son la SUN-2metros, la PC-Camila, la PC-2metros y la micromint. El observador interacciona en mayor o menor medida con 3 de éstas. En modo de observación, la SUN es la interfaz principal para el observador, puesto que ahí se programan las secuencias de observación, se controla el instrumento y se obtienen finalmente las imágenes (IRAF). La PC-Camila tiene una comunicación más directa con la cámara y el observador la utilizará para enfocar. Durante la observación normal no requerirá de mayor atención, pero debe notarse que está realizando pre-procesamiento y transferencia de imágenes. Además, la PC-Camila es una herramienta para pruebas de operación del instrumento. La PC-2metros se encarga de controlar los movimientos del telescopio, los cuales son requeridos como parte de las secuencias de observación. La micromint se encuentra en el telescopio y está directamente ligada a la electrónica del detector.

Los detalles del sistema de adquisición de imágenes desarrollado para CAMILA se describen en un reporte técnico respectivo y referimos al lector para los detalles a este trabajo (ver Apéndice A). La filosofía central de la programación atiende a los siguientes propósitos:

1. Dado que la lectura del NICMOS 3, es en general no destructiva (detector tipo DRO=Direct Readout), es posible leer en varias ocasiones la cantidad de carga acumulada en cada pixel, incrementando el rango dinámico del detector y mejorando la señal a ruido. Para lograr esto, es necesario tener control en tiempo real, suficiente memoria para poder efectuar interpolaciones lineales y

gran rapidez de cálculo, lo cual es ascequible con un computadora dedicada, como una PC-486 (**PC-Camila**).

2. El manejo de imágenes es un problema común en la comunidad astronómica. La programación necesaria para poderlas manejar y analizar adecuadamente es bastante compleja. Sin embargo, se han desarrollado paquetes de programas de uso común, como **IRAF**, que contienen un gran número de rutinas diversas que dan una gran versatilidad al trabajo de observación. Es por esto deseable e importante desarrollar una plataforma de trabajo que sea directamente compatible con **IRAF**. Esto nos llevó al final a transferir los datos a una estación de trabajo tipo SUN, tanto para almacenamiento como para análisis in situ. La desventaja de esto es que se pierde tiempo desde que finaliza la integración hasta que se reciben los datos en la SUN (hasta 30 seg). Sin embargo, este tiempo puede ser aprovechado por el usuario para realizar cambio de filtro o cambiar otros parámetros, y/o mover el telescopio a la siguiente posición de observación, mediante la programación de diversas **secuencias** que se describen adelante.

4.2 Programas

La programación para la SUN-2metros y la PC-Camila, encargadas de atención al observador durante la operación y pre-procesamiento en tiempo real, respectivamente, ha quedado organizada alrededor de dos programas principales: **camila** en la SUN y **corre** en la PC-Camila. Conjuntamente operan los programas **movecam5** en la PC-2metros) y **camina** en el microcontrolador micromint. Para enfocar se usa el programa **foco** en la PC-Camila. Estos programas se describen a continuación.

4.2.1 Programa CAMILA

En la SUN del telescopio de 2.1m en SPM se encuentra el programa de observación. Para accesarlo, entrar en la clave de observadores: **observa (con password observa)**.

El programa de observación se llama **camila** y se ejecuta desde cualquier ventana de comandos en plataforma openwindows, sunview o las nuevas que vengan (que acepten IRAF). El usuario de CAMILA en realidad puede escoger la que más le guste y acomode. Aquí cabe aclarar, que el usuario tiene a su disposición toda la plataforma disponible en la SUN: IRAF, SUPERMONGO, TeX, etc. El programa de CAMILA sólo ocupa una ventana de comandos para su ejecución y generará imágenes en formato IRAF.

Para iniciar una temporada de observación, es conveniente dar el comando **iniciacamila**, el cual copia a la clave de observa una serie de archivos necesarios, como el programa de observación **camila**, secuencias (descrito abajo), badpix que contiene la lista de pixeles malos de CAMILA, etc.

El programa de observación con CAMILA se ejecuta tecleando simplemente **camila** en una ventana de comandos en la SUN. Sin embargo, previo a su uso deberán estar en ejecución el resto de los programas en las otras máquinas, como se describe en otras subsecciones de este capítulo.

En la pantalla de comandos de la SUN donde se ejecutó el programa se despliega una pantalla de observación como la presentada en la Tabla 7.

TABLA 7. VENTANA DE COMANDOS DEL PROGRAMA CAMILA

C A M I L A (v.7/93)

obj ... nada
ar 0.0 **dec** 0. **ma** 1.00
ofs 0.0 0.0

fil 0 **arch** kk001
sec una (de 1 pasos)
tmu 0.0 tlec 0.0
nlec 2 **nadd** 1 **sat** 17000

c1 c2 c3 1.05 0.10E-04 0.00E+00
io1 io2 io3 io4 600 600 600 600

tint 0.5 ttot 0.5 tcuadro 0.46

status: ESPERANDOTE
>

En este punto el programa está listo y se encuentra básicamente esperando algún comando del usuario de CAMILA para iniciar la observación.

Comandos

En la pantalla en la SUN, todas las palabras que se encuentran en **letra oscura** son comandos que acepta el programa. La información que contienen estos comandos será guardada en el encabezado de las imágenes (ver siguiente sección).

Para ilustrar el uso del programa veamos algunos ejemplos:

- **fil 9**: posicionará el filtro 9 antes de la siguiente exposición (la tabla de filtros se presenta en la Tabla 5);
- **tint 30**: selecciona un tiempo de integración de 30 segundos, el tiempo mínimo de integración es de 0.5 seg;
- **e** (no mostrado) es el comando de ejecución de una integración;
- **fin**: (no mostrado) finaliza el programa;
- **nlec 2**: ocasiona que el detector se lea dos veces en el tiempo de integración deseado;
- **arch ago93**: selecciona el nombre ago93 como prefijo para una serie de exposiciones que comienzan desde la 001 ó el archivo subsecuente, si es que ya existen archivos con ese nombre;
- **obj M82**: define el nombre del objeto como M82;
- **ar #**: ascención recta del objeto;
- **dec ##**: declinación del objeto;
- **ma ##.#**: masa de aire (OJO: el programa MOVECAM5 el la PC-2metros despliega la masa de aire de las coordenadas de posición del telescopio)
- **nadd 3**: ocasiona que se realicen 3 integraciones, cada una por un tiempo de integración dado por **tint**, bórrando el detector entre integraciones y produciendo una imagen promedio de las 3. De esta manera se puede aumentar el tiempo de integración de un objeto cuando haya problemas de saturación ya sea por objeto o por fondo.
- **sat 17000**: define el nivel de conteos arriba del cual, se deshechan 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

Nótese que para ejecutar una integración se utiliza el comando **e** y para finalizar el programa se utiliza **fin**. Los otros comandos son explicados adelante. Si el usuario escribe algo incomprensible, el programa responderá con

NO TE ENTIENDO, teclea RETURN, con lo cual aparecerá nuevamente status: ESPERANDOTE y >.

Para una descripción más detallada de las opciones dadas por estos comandos referimos al lector al Reporte Técnico IAUNAM RT 94-06.

Secuencias de Observación

Existe la posibilidad de realizar secuencias de exposiciones que involucren distintos tipos de cambios en los parámetros para cada integración. Esto se realiza mediante el comando **sec <nombre de secuencia deseada>**. Para esto se ha construido un archivo llamado **secuencias**, donde se definen los pasos a ejecutar por el programa y al cual se pueden agregar secuencias deseadas por el usuario. Las secuencias generalmente involucran **movimientos de telescopio** como ejecutar un mosaico o una cruz dado un desplazamiento (offset) en segundos de arco en cierta dirección en el cielo. En la Tabla 8 se presentan 3 ejemplos de secuencias (una, cielo y cuatro) con el objeto de ilustrar su uso. Cabe notar que cualquier comando que se puede dar en forma iterativa, se puede incluir como parte de una secuencia (p. ej. cambio de filtros, movimientos telescopio, etc.) y que las secuencias posibles dependen del tipo de observación que el usuario requiere: mosaicos, rastreos, etc.

TABLA 8. EJEMPLOS DE SECUENCIAS en CAMILA

COMANDOS	ACCION
nombre una e fin	realiza una integración
nombre cielo e ofs 0 40 e fin	integra en posición actual generando una imagen; mueve 40"N, integra y genera otra imagen
nombre cuatro e ofs 0 -60 e ofs -60 0 e ofs 0 60 e fin	integra en 4 posiciones desde CENTRO($\odot$): $\odot$, 60"S, 60"W, 60"N ; generando 4 imágenes

El archivo **secuencias** contiene una serie de secuencias de observación que pueden ser útiles para los observadores, ya que permiten mover el telescopio para hacer mosaicos de 3×3, cruces, observaciones de cielo, etc. Se recomienda a los observadores ver este archivo (con textedit) y adecuarlo a sus observaciones, i.e. ajustar offsets, movimientos, etc.

En la Tabla 9 presentamos las secuencias CRUZ y MOSAICO3 que consideramos importantes para la observación IR. La secuencia CRUZ permite realizar observaciones profundas de una región central que se observa un número repetido de veces, tomando cielos en las 4 direcciones (N, S, E y W) después de cada centro y generando 9 imágenes. La secuencia MOSAICO3 permite obtener un mapa de 3×3 alrededor de una posición central, generando 10 imágenes.

TABLA 9. SECUENCIAS CRUZ Y MOSAICO3

COMANDOS	ACCION	COMANDOS	ACCION
nombre cruz e ofs 0 100 e ofs 0 -100 e ofs 0 -100 e ofs 0 100 e ofs 100 0 e ofs -100 0 e ofs -100 0 e ofs 100 0 e fin	cruz (9 pasos) desde centro (⊙) en el orden: ⊙, 100"N, ⊙, 100"S, ⊙, 100"E, ⊙, 100"W, ⊙	nombre mosaico3 e ofs 60 0 e ofs 0 60 e ofs -60 0 e ofs -60 0 e ofs 0 -60 e ofs 0 -60 e ofs 60 0 e ofs 60 0 e ofs -60 60 e fin	mosaico de 3×3 desde centro (⊙) en el orden: ⊙, 60"E, 60"N, 60"W, 60"W, 60"S, 60"S, 60"E, 60"E, ⊙

Modos de Lectura

El detector de CAMILA puede leerse de varias maneras. Se pueden realizar lecturas múltiples durante una integración y también incrementar el número de **addups**. Esto permite 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 (**nlec = 2**). De esta forma el detector se lee dos veces durante una integración, una al pricipio y otra al final, y se producen dos archivos de datos por cada integración (imágenes IRAF). Estos son **imagen.b** con el resultado de la primera lectura que es básicamente el bias electrónico, e **imagen.d** que es el resultado de la segunda menos la primera lecturas dividido por el tiempo de integración, esto es 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 linearización (ver §5.4). Sin embargo, si el conteo total se mantiene por debajo de 10000 conteos, las correcciones por linearización pueden no ser importantes. Para más detalles referimos al lector al Reporte Técnico RT 94-06 del IAUNAM.

Tiempos de Integración

El tiempo de integración puede controlarse de dos formas: directamente mediante el comando **tint** o, en el caso en que el detector se sature antes del tiempo total deseado, se puede incrementar el número de addups con **nadd** hasta obtener un tiempo total de integración equivalente al deseado.

El tiempo de integración para una exposición se debe seleccionar en base a varios elementos. En primer lugar, el filtro que se use determina muy fuertemente el tiempo máximo para una integración. Esto es debido a que el detector puede saturarse fácilmente por radiación de fondo (cielo). Así por ejemplo, de acuerdo con la Tabla 4 (ver §2.6), el conteo de fondo para el filtro K' es de 400 conteos/s, por lo que en 20 segundos se tendrían 8000 conteos tan solo 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 al menos para no rebasar los 7000 conteos por radiación de fondo. Aún con esta previsión, es posible que el objeto sature en el detector, por lo que sería necesario disminuir aún más el tiempo de integración. Si el tiempo de integración que resulte finalmente es demasiado corto para obtener la razón S/R deseada, se puede incrementar el tiempo aumentando el número de add-upps con **nadd**.

Archivos de Imágenes

Cuando el número de lecturas, nlec=2, cada exposición genera dos archivos **imagen.b** e **imagen.d**. La **imagen.b** tiene los conteos de la primera lectura que se realiza inmediatamente después de borrar el detector. Esta información puede ser útil para linealizar las imágenes (ver §5.4). La **imagen.d** tiene la señal resultante de una observación, en conteos/seg, i.e. es el resultado de dividir los conteos totales entre el tiempo de integración.

Es posible cambiar el número de veces en que se lee el detector durante una integración, mediante el comando **nlec**. Así, si nlec=1 únicamente se realiza una lectura del detector y sólo se genera el archivo **imagen.b**. En este modo se tiene la ventaja de que puede disminuirse el tiempo de integración al mínimo de 0.5 seg. Sin embargo, tiene la desventaja de que el ruido se incrementa por un factor >50, con respecto al caso nlec=2.

Por otro lado, si nlec>2 (ver modos de lectura arriba y Reporte Técnico IAUNAM RT 94-06), se puede disminuir el ruido de lectura aún más. Esto se logra ajustando una recta por mínimos cuadrados a la señal en cada pixel de la imagen, generándose 2 archivos más por integración: **imagen.r** con el ruido en la señal e **imagen.n** con el número de lecturas que se realizaron en cada pixel antes de llegar al nivel de saturación definido con el comando **SAT**.

Cabe aclarar que para cada imagen, el programa **camila** escribe en el directorio de observa dos archivos el de encabezado (imagen.imh) y el de pixeles (imagen.pix).

Encabezados de imagen

El encabezado de las imágenes en formato **IRAF** generadas por el programa **camila** (ver Tabla 10), contiene gran parte de la información necesaria para la reducción posterior de los datos obtenidos en SPM. Estas imágenes pueden ser transferidas a formato fits si así se desea, para hacerlas más universales y poderlas utilizar con otros paquetes de reducción astronómica, ó pueden escribirse en las exabyte directamente en formato IRAF si se analizarán con este paquete. Como se ha mencionado arriba el observador deberá incluir el nombre del objeto, las coordenadas y la masa de aire adecuados a la fuente observada, para que el encabezado contenga toda la información útil para la reducción.

TABLA 10. ENCABEZADO DE IMAGENES DE CAMILA
mosic18481h2[256,256][real]: No bad pixels, no histogram, min=-13.20828, max=155.2214 Line storage mode, physdim [256,256], length of user area 1216 s.u. Created Tue 13:30:50 18-Jan-94, Last modified Tue 13:30:50 18-Jan-94 Pixel file 'nahual!/local/irafimag/irene/mosic18481h2.pix' [ok] 'KPNO-IRAF' / '18-01-94' / 'San Pedro Martir ' / IRAF-MAX= 0.000000E0 / DATA MAX IRAF-MIN= 0.000000E0 / DATA MIN IRAF-BPX= 32 / DATA BITS/PIXEL IRAFTYPE= 'REAL ' / PIXEL TYPE INSTRUME= 'Camila camara IR ' / OBJETO = 'ic1848-1 ' / TIME = 'Sat Dec 4 08:30:55 GMT 1993 IMAGETY = 'imagen datos linearizada BUNIT = 'counts/sec ' / Units EXPTIME = 35. / tiempo total (seg) FILTER = 8 / filtro no. ADDUPS = 3 / num de addups NLECT = 2 / lecturas/addup TLECT = 34.5400009155273 / tiempo entre lects TMU = 0. / tiempo pre-exp TFRAME = 0.46000000834465 / tiempo de cuadro SAT = 17000 / nivel de saturacion GAIN = 0 / 0=¿normal, 1=¿alta C1 = 1. / coef lin C2 = -3.9999999899010E-6 / coef lin C3 = 5.9999999413307E-10 / coef lin IO1 = 1800 / ofset cuad 1 IO2 = 1830 / ofset cuad 2 IO3 = 1800 / ofset cuad 3 IO4 = 2115 / ofset cuad 4 OFAR = 0. / offset AR OFDEC = -100. / offset DEC AR = 30101. / AR DEC = 602754. / DEC AMASS = 1.16999995708466 / masa de aire

4.2.2 Programa FOCO

Para enfocar el telescopio y determinar los focos relativos en cada banda disponible: J, H y K, se recomienda iniciar con una estrella de magnitud >5. Para no saturar puden utilizar los filtros angostos en cada banda y tiempos de exposición ≤1 s.

Aunque es posible enfocar tomando imágenes con el programa **camila**, se desarrolló una opción más rápida.

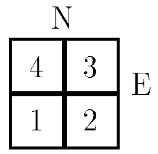
El observador puede utilizar el programa **foco** (desarrollado por B. Orozco) que corre en la PC-Camila y realiza exposiciones rápidas de los 4 cuadrantes del detector ó sólo de un cuadrante. Este programa se encuentra en el directorio **observa** en la PC-Camila.

Cuando se ejecuta, dando el comando **f** se puede seleccionar el filtro que se desea, así como el tiempo de integración y número de lecturas (1 ó 2) que realizará el detector. Una lectura es suficiente si se está enfocando con un objeto brillante, aunque les recordamos que es muy posible que el detector se sature de cualquier forma, si es así seleccionar una estrella más débil para enfocar. Si se va a tratar de enfocar con objetos de magnitud 6 o más brillantes, es necesario hacerlo a través de filtros angostos. Estrellas más débiles que magnitud 6, sí pueden ser observadas directamente mediante los filtros anchos, a menos que sean muy rojas. El utilizar dos lecturas para enfocar es más recomendable ya que se disminuye el ruido de lectura.

El procedimiento de enfoque es el siguiente:

1. Salir del programa **corre** (ó **ntodot**),
2. Correr el programa **foco** con **f**,
3. Este programa pregunta:
   - **¿opción? (cambiar filtro, enfocar, salir).**
   - Si se pide cambiar filtro, preguntará que filtro y procederá a mover la rueda de filtros.
   - Si se elije enfocar, preguntará
   - **¿cuántas lecturas (1 o 2) y tiempo de integración? (se recomienda dos lecturas)**
4. Hecho esto comenzará a desplegar uno a uno los cuatro cuadrantes del detector. Al identificar en que cuadrante se encuentra la estrella con la que se desea enfocar, se puede hacer mas rápido el proceso pidiendo que solo se actualice el cuadrante en cuestión, para lo cual se oprime en el teclado el número de cuadrante deseado (1, 2, 3 ó 4). Si se desea que de nuevo se desplieguen los cuatro cuadrantes, hay que apretar el 5. Cualquier otra tecla

que se oprima ocasionará que se abandone el modo de enfoque.



5. Los niveles de intensidad para el despliegue los calcula el programa automáticamente, con tonos de gris desde el negro hasta el blanco y otra vez el negro para los valores de mayor intensidad.
6. Iniciar el enfoque del telescopio en cada banda: J, H y K, cambiando los valores en la paleta de observación, hasta lograr el foco. Se puede enfocar en una sola banda (J y H son las mas sencillas) y utilizar la siguiente regla empírica para obtener el foco en las demás bandas (nótese que los valores de foco desplegados por la consola son generalmente negativos):
   - foco H = foco J - 0.7
   - foco K = foco H - 1.1

   NOTA: Esta regla empírica ya no se aplica para la nueva óptica del CAMALEON, ya que ésta es monocromática en las bandas J, H y K, por lo que recomendamos enfocar el telescopio en la banda H, si se quiere (aunque ya no es necesario) checar las otras bandas.
7. Al salir de este programa se debe volver a correr **corre** para regresar al modo normal de operación de CAMILA.

   El programa **FOCO** contiene actualmente una opción para el programa que controla los motores del CAMALEON y que deberá ser utilizado para cambiar de cámara en imagen directa. Para este caso, ver el Manual de Usuario para el Espectrógrafo / Cámara Criogénico Infrarrojo de CAMILA: “CAMALEON”.

4.2.3 Programa CORRE

Durante el modo de observación normal, cuando se está corriendo el programa **camila** en la SUN, la PC-Camila debe estar ejecutando el programa **corre**. Este programa se encuentra en el directorio **observa** en la PC-Camila. Este programa se encarga de llevar a cabo las secuencias de observación que se determinan desde la SUN y se envian al controlador de CAMILA. Cuando no hay ninguna integración el programa está borrando continuamente el detector. Esta actividad en la PC se nota ya que continuamente está escribiendo un mensaje:

Espero comando remoto; cualquier tecla termina

En caso de que se note que esto deje de ocurrir, es posible que sea debido a un problema momentáneo en la comunicación (brincó un Chamán). Se tiene que dar un RESET a la PC-Camila y volver a ejecutar el programa **corre**.

En caso de que aún así, no haya respuesta, entonces es necesario apagar la micromint (cajita verde) y debe tenerse precaución con el motor de los filtros. Checar que no esté puesto el seguro del dial de los filtros (nótese que el seguro NUNCA debe estar puesto). Mover a mano los filtros para checar que estén centrados en sus posiciones. La posición en el dial de cada filtro disponible, se muestra en la Tabla 4. Para iniciar la operación, la rueda de filtros **debe estar en el filtro 0 antes de conectar la electrónica. La micromint (cajita verde) es la única computadora en el sistema que lleva la cuenta del filtro, y ésta asume que la posición al encender es la correspondiente al filtro 0.** Si en cualquier momento durante la operación, es necesario apagar esta computadora, habrá que llevar manualmente a la posición 0 nuevamente (desconectando el motor de pasos o apagando la micromint). Posteriormente, al reencender la micromint será necesario cargar el programa **camina** como se describe en la §3.5.1.

4.2.4 Programa MOVECAM6

Este programa es el encargado de realizar los movimientos de telescopio y se encuentra en la PC-2metros en el directorio **/infra/mike**. Para correrlo se teclea **qbasic movecam6**, seguido del comando de qbasic (alt R) y elegir la opción RUN. Hecho esto,aparece una pantalla autoexplicativa con distintos comandos posibles. Para que las secuencias de observación que involucran movimientos del telescopio funcionen adecuadamente, es necesario dar las coordenadas del objeto que se está observando. Esto se hace con el comando **Q**, que pregunta el nombre del objeto, lo busca en un catálogo y si no lo encuentra pregunta las coordenadas **1950**. Con esto los desplazamientos (offsets) del telescopio realizados en las secuencias toman en cuenta la DEC del objeto y los movimientos efectivamente corresponden a desplazamientos en el cielo. Si se quieren detalles sobre este programa, se recomienda consultar con los asistentes de telescopio.

4.2.5 Programa CAMINA

Este programa corre en la micromint y se describe en la sección 3.5.1 de este manual. Deberá estar funcionando todo el tiempo, ya sea en modo de operación normal, en modo de enfoque o en pruebas. Si se sospecha que este programa no está funcionando, puede probarse con el programa **prueba4** descrito en la sección 3.5.2. Para cualquier problema a este nivel ver capítulo 3.

4.3 Apariencia de las Imágenes

Para el observador nuevo en el equipo, las imágenes que se obtienen pueden parecer sumamente raras, y a veces en efecto lo son. Uno de los problemas mas frecuentes con que se encuentra uno es que en la **imagen.d** no se observa más que un extraño patrón de iluminación. Este patrón puede tener la apariencia de cualquiera de las Figuras 11a, 11b y 11c (flatJ, flatH y flatK, respectivamente). Esto es debido a que en muchas ocasiones la radiación de fondo es mucho mas intensa que la proveniente del objeto y éste no resalta del fondo. Para ver el objeto es necesario restar otra imagen similar adquirida en otra posición del telescopio (i.e. cielo). En la secuencia de imágenes de las Figuras 12a (objeto) 12b (cielo) y 12c (resta), se ilustra este efecto.

Otras veces, por el contrario, se observa el objeto claramente resaltando sobre un cuadro que tiene la apariencia de la Figura 13 que es un DARK. Lo extraño de esta figura son las dos bandas horizontales que se observan en la parte inferior de cada uno de los cuatro cuadrantes. Esto ocurre en el filtro 0 (oscuro o dark) y en los filtros muy angostos, en donde la radiación de fondo es lo suficientemente baja como para poder apreciar este otro efecto, que es producido por la corriente oscura del detector. Esta estructura que se ve en las imágenes se cancela igualmente al restar otra imagen similar, aunque en ocasiones queda algun indicio (bastante pequeño) de esto que no logra cancelarse completamente.

Cuando el tiempo de integración es corto y se lee frecuentemente el detector, se observan brillantes las cuatro esquinas de éste. Esto también es normal, son los pre-amplificadores de salida de la electrónica del detector que se calentaron, y se cancela al restar dos imágenes.

En otras ocasiones, ocurre que un cuadro se lee mal (bad readout) como en la Figura 14a. Esto indica una mala transferencia entre la electrónica de la mochila y la PC-Camila, y la imagen deberá deshecharse.

Frecuentemente, al iniciar una secuencia la primera imagen del detector es defectuosa, esto puede verse claramente cuando al hacer la diferencia entre esta imagen y la segunda resulta una imagen como la presentada en la Figura 14b; en este caso debe deshecharse la primera exposición. La razón de este problema es una diferencia que se origina por cambios que sufre el detector al pasar del estado inactivo a uno de integración, efecto que aún no entendemos. Es posible que esta imagen defectuosa ocurra en poquísimos casos durante una secuencia y pues también deberá deshecharse.

Para evitar problemas como malas lecturas y no cancelaciones de la corriente oscura, y aprovechando de la necesidad de tomar imágenes del cielo con bastante frecuencia, es conveniente diseñar una estrategia de observación que repita varias veces la misma zona observada repartiendo así el tiempo de integración global, y no tratar de tomar un solo cuadro de todo el tiempo de integración. Un ejemplo de esta estrategia es la secuencia **cruz** que da muy buenos resultados al superponer finalmente la zona central de la cruz observada.

Un posible problema de las secuencias es la posible coincidencia de un objeto excesivamente brillante en uno de los cuadros observados. Esto debe evitarse, ya que la observación de una estrella muy brillante deja una huella (after-image o imagen fantasma) que dura en el detector varias exposiciones, pudiendo inutilizar toda una secuencia, y es casi imposible quitarla en la reducción.

Una imagen que uno normalmente no mira, es la **imagen.b** de cualquier cuadro. Esta imagen, que puede ser necesaria para linearizar las mediciones, ya que corresponde fundamentalmente a la carga inicial en cada pixel (i.e. BIAS) (Fig. 15).

Finalmente pueden cancelarse muchos de los factores indeseables y obtener imágenes reducidas, como se ilustra en la Figura 15 donde todos los problemas adicionales han sido cancelados a niveles del 1%.

CAPITULO 5

OBSERVACION EN EL IR

5.1 Métodos de Observación

Para poder reducir y calibrar adecuadamente las observaciones de una temporada hay que realizar una serie de procedimientos, tales como correcciones por no-linealidad del detector, aplanamiento de campo, corrección de pixeles malos, sustracción de bias y cielo, y calibración fotométrica con estándares.

Estas correcciones son necesarias ya que en cada observación que se realiza, además de la señal que se desea medir, hay contribuciones de distintas fuentes de ruido. Entre éstas están las emisiones del cielo y de la óptica a temperatura ambiente (telescopio, espejos, doblete, etc.). Una referencia muy útil para comprender el significado de las distintas fuentes de ruido es la de McCaughrean 1988, que puede ser consultada en el Apéndice C.

5.2 Campos Planos

En general es necesario obtener campos planos para calibrar la respuesta cuántica del detector en cada filtro. Como esta respuesta no se espera que varíe significativamente de noche a noche, es suficiente obtener campos planos unas dos veces durante la temporada, aunque si las condiciones de nubosidad de cielo cambian mucho es recomendable obtener campos planos cada noche.

Los campos planos deben ser obtenidos bajo dos condiciones de iluminación muy distintas, para poder cancelar la emisión térmica de la propia óptica del telescopio (ver Apéndice C), poca (baja) y mucha (alta) iluminación. Esto puede lograrse observando el cielo desde poco antes de que amanezca, hasta que sale el Sol, o antes del atardecer, tomando exposiciones cortas en todos los filtros. Cuando en cada filtro se tengan al menos una exposición con poca iluminación y otra del mismo tiempo de integración pero con mucha iluminación (del orden de 7000 conteos, pero **sin saturar**, en ese momento se puede dar por concluido el proceso de imágenes de campo plano. El campo plano en cada filtro se obtendrá de la diferencia entre estas dos imágenes. Sin embargo, en nuestra experiencia la reducción es mejor si se cuenta por filtro con unos 3 campos planos de alta iluminación y unos 3 campos de baja, todos del mismo tiempo de integración. Cada campo de alta es restado con la mediana de los campos de baja, obteniendo así 3 campos planos por filtro, que pueden ser normalizados y combinados para obtener uno final de la noche para cada filtro.

En caso de que no se puedan obtener campos planos al atardecer o al amanecer, se puede también intentar tomar campos planos de cúpula con luz de cúpula, i.e. no de lámpara para pantalla (pues el detector satura). En este caso, deben obtenerse imágenes con luz y también sin luz del mismo tiempo de integración, para así poder efectuar las diferencias a las que se refiere el párrafo anterior.

5.3 Darks, Bias y Cielo

Un **dark** es una imagen de la corriente oscura del detector integrada durante un cierto tiempo de integración. Los requerimientos de observar **darks** varian según el tipo de procesamiento que se quiera dar a los datos (ver Apéndice C). Cuando el tipo de procesamiento que se realizará es parecido al procesamiento para CCD's ópticos, es imprescindible obtener **darks** del mismo tiempo de integración que se usó en las observaciones. Estos **darks** son simplemente exposiciones a través del filtro número 0. De acuerdo con McCaugheran, el procesamiento térmico no requiere de la obtención de darks.

Un **bias** es una imagen de tiempo de integración cero y mide el offset de la electrónica en cada pixel. Sin embargo, en cualquiera de los procesamientos recomendados por McCaugheran (Apéndice C), se realizan diferencias de imágenes, lo cual cancela 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 2μm. Por esto, es imprescindible alternar las observaciones del objeto con observaciones de cielo, que se obtienen moviendo el telescopio a posiciones cercanas ($\approx$1 min de arco). Esto se puede realizar eficientemente mediante la programación de **secuencias** de observación (ver §4.2.1). Cuando el objeto que se está observando es extendido, el offset deberá aumentarse hasta encontrar una región libre de emisión. También es conveniente realizar observaciones de cielo en más de una posición, ya que si únicamente se realiza una observación, no es posible cancelar la contribución de objetos puntuales (estrellas) del cielo. En cambio, si se realiza más de una observación de cielo, en distintas posiciones, las imágenes obtenidas se pueden combinar de tal forma que las contribuciones de las estrellas se cancelen. Esto se puede realizar, por ejemplo, combinando al menos tres imágenes por mediana. Previamente hay que tener cuidado en que el nivel mediano de cada una de las imágenes que se combinan sea el mismo, para lo cual es posible sumar o restar una constante pequeña.

5.4 Corrección por No-Linealidad

El detector asociado a CAMILA es ligeramente no-lineal. A 10000 conteos la no-linealidad es del 5% y empeora por arriba de este nivel. En la Figura 17 se ilustra el efecto de no linealidad del detector NICMOS3. La no linealidad del detector puede ser descrita por la ecuación

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

donde c es la señal (conteos/segundo) corregida por la no-linealidad; d es la señal obtenida (imagen.d); d_{i_o} = imagen.d × tiempo + imagen.b - offset-electrónico; y las c_1, c_2 y c_3 son las constantes que resultan de ajustar una cúbica. Estas últimas son muy similares para los 4 cuadrantes, mientras que los valores de los offsets electrónicos difieren entre sí del orden de 10%.

Los parámetros que caracterizan la no-linealidad y el offset electrónico de cada cuadrante, pueden variar ligeramente de temporada a temporada, por lo que es recomendable calcularlos una vez durante la temporada. Para determinar estos parámetros, hay que realizar una serie de observaciones de cúpula con luz difusa teniendo imágenes con ≈1000 conteos por segundo en el filtro 6 [Fe II] (se recomienda este filtro para no saturar el detector). El observador deberá realizar observaciones con **nlec=1**, con tiempos de integración de 1, 2, 3, 4, ... , 20 segundos, para poder ajustar los parámetros del modelo. El observador puede usar la secuencia **lineal** en el archivo de secuencias, para adquirir las imágenes para la linealización, que pueden ser llamadas linealxxx por conveniencia. Una vez adquiridas estas imágenes, se puede proceder de la siguiente forma para obtener los parámetros c_1, c_2 y c_3:

1. Hacer un imstat para cada cuadrante de todas las imágenes obtenidas:
   - imstat lineal*.b.imh[70:80,70:80] > lindat1
   - imstat lineal*.b.imh[170:180,70:80] > lindat2
   - imstat lineal*.b.imh[70:80,170:180] > lindat3

   – imstat lineal*.b.imh[170:180,170:180] > lindat4

2. Generar archivo llamado tiempo con una lista de los tiempos de integración correspondiente a c/u de las imágenes lineal*.b.

3. Entrar a supermongo en una ventana gterm o xterm con **sm** y ahí decir: **input lineal**. Aparecerán 4 gráficas que muestran el incremento de la señal como función del tiempo para una iluminación constante (ver Figura 17). En esta gráfica se puede apreciar como es aproximadamente lineal el incremento de la carga con respecto al tiempo hasta niveles mayores de 10000 conteos y en particular, el detector se satura completamente en 16384 conteos.

4. En supermongo decir: **input coeflin**. Este programa (ver Figura 18) resalta la separación de la linealidad, al graficar el # de conteos esperados si el detector fuese lineal entre el # de conteos leidos vs. el número de conteos leidos. Posteriormente, el programa ajusta un polinomio como el descrito anteriormente, para lo cual define $c1 = 1$. Además, se asume que el comportamiento es esencialmente lineal entre 1500 y 9000 conteos y que puede aproximarse por un polinomio como el propuesto hasta 14200 conteos. Como se realiza un ajuste por mínimos cuadrados, suele ser demasiado sensible a pequeñas desviaciones, por lo que es previsible que el observador tenga que interaccionar con los parámetros del programa **coeflin**. En particular, los parámetros: contlin, contmin, contpmax y contpmin, que definen las distintas regiones (lineal, cuadrática, etc.) mencionadas arriba. En la Figura 18, es posible medir que tan malo es el ajuste polinomial o bien que tan necesario es realizarlo, ya que el eje vertical directamente puede interpretarse como una medida porcentual del error. En la figura se aprecia que las dispersiones son menores del 2% al ajuste que ahí se propone mediante la curva sólida para niveles <14000 conteos. Puede también apreciarse que el detector es lineal hasta niveles de 10000 conteos (dentro de un 2%).

Como comparación, los valores de estos parámetros obtenidos en Octubre de 1994 se presentan en la Tabla 11.

TABLA 11. PARAMETROS DE LINEALIZACION Y OFFSET ELECTRONICO Octubre 1994	
Parámetro	Valor
c_1	1
c_2	-3×10^{-6}
c_3	5×10^{-10}
$offset_1$	2100
$offset_2$	2430
$offset_3$	2600
$offset_4$	2810

5.5 Estrellas Estándares

Para reducir la fotometría a un sistema absoluto (p.ej. Korneeff et al. 1988), es necesario realizar observaciones de estrellas estándares. Sin embargo, los sistemas de estrellas estándares clásicos, como Elias (1982) que fueron obtenidos con detectores monocanal, no pueden ser utilizados, ya que generalmente están basados en estrellas demasiado brillantes para ser observadas con los nuevos detectores infrarojos. Por esto, se han comenzado a definir nuevos sistemas basados en estrellas más débiles. Un ejemplo de estos sistemas es el de UKIRT, que se puede consultar en el Apéndice D, que consiste de 32 estrellas observadas en el IR, con magnitud K en el intervalo $8<K<15$. En la lista del Apéndice D se dan: nombre, coordenadas (1950) , magnitud K, colores (J-K) y (H-K), así como, referencias a las cartas de identificación de las estrellas (muchas están en Landoldt 1983, copia del cual está en el 2.1m). Se han incluido en este apéndice cartas de observación para las estándares de UKIRT obtenidas del Skyview en campos de 2.4'×2.4'.

Cabe notar, sin embargo, que no hay en este sistema estrellas suficientemente rojas como para poder determinar las ecuaciones de color con suficiente precisión.

Por esta razón aún no tenemos determinados adecuadamente los términos de color de la fotometría. De 11 observaciones de estándares de la lista de UKIRT, durante las temporadas de Diciembre 1993 y Abril 1994, determinamos puntos cero preliminares para la fotometría, con una dispersión del 5%. Estos puntos cero son:

$$K' = K'_i + 20.25$$

$$H = H_i + 20.45$$

$$J = J_i + 20.65$$

donde las cantidades K_i', H_i y J_i, denotan magnitudes instrumentales dadas por -2.5*log(conteos/seg).

CAPITULO 6

Comentarios Finales y Agradecimientos

El instrumento descrito en este trabajo ha concluido dos etapas muy importantes y se encuentra en operación en el OAN/SPM. Actualmente es el instrumento más avanzado en el infrarrojo en México. La calidad de sus datos es comparable y en algunos casos superior a instrumentos similares construidos por otros grupos en el mundo. Su desarrollo ha motivado la construcción de sistemas aún más avanzados, con óptica criogénica y detectores sensibles en un intervalo espectral aún mayor y con mayor número de pixeles.

El instrumento que se ha entregado al OAN ha producido material observacional astronómico de alta calidad. Algunos datos obtenidos son muy novedosos y verdaderamente excitantes. Esperamos que los observadores de CAMILA vean enriquecida su investigación con el vasto número de problemas que pueden atacarse en el cercano IR. Para nosotros CAMILA ha sido un proyecto maravilloso y una experiencia invaluable, pues nos ha permitido acercarnos al desarrollo de instrumentos IR de frontera y realizar observaciones astronómicas en un área que actualmente tiene un impulso enorme, debido al reciente desarrollo de detectores bidimensionales IR (más sensibles y de mayor formato).

Agradecimientos: Este proyecto no hubiera sido posible sin la colaboración y el trabajo de muchos colegas: I. Cruz-González, L. Carrasco, E. Ruiz, L. Salas, M. Skrutskie, J. Valdéz, F. Lazo, P. Sotelo, L. Gutiérrez, A. Iriarte, F. Cobos, M. Meyer, F. Barbosa, A. Bernal, B. Sánchez, J.L. Ochoa, E. López, S. Argüelles, P. Conconi, etc. El trabajo mecánico fue realizado en el IAUNAM (Talleres mecánicos de C.U. y Ensenada) y en la Universidad de Massachusetts, agradecemos a los mecánicos de precisión su excelente labor. Las figuras de este manual fueron elaboradas por Alberto García, a quien le damos las gracias por su calidad de trabajo. Reconocemos también la labor de los grupos de asistentes de telescopio y de apoyo técnico del Observatorio Astronómico Nacional (SPM) por su apoyo fundamental en las temporadas de pruebas y observación. Agradecemos a la UNAM nuestra patrocinadora en este proyecto, quien a través de la DGAPA nos ha apoyado generosamente para la realización de este proyecto. Por otro lado, en la administración de este proyecto, el apoyo de la Unidad Administrativa del IAUNAM ha sido crucial y también se agradece. Finalmente, agradecemos a todo el IAUNAM el habernos apoyado en distintas formas para realizar este proyecto, pero sobretodo por habernos dado el marco de libertad académica que un proyecto de desarrollo tecnológico como CAMILA requiere.

REFERENCIAS

- Elias, J.H., Frogel, J.A., Matthews, K., Neugebauer, G.: 1982, A.J. 87, 1029.
- Korneeff, J.: 1983, A&A 128, 84.
- Landoldt, A.U.: 1983, A.J. 88, 439.
- Moorwood, A., Finger, G., Biereichel, B., Delabre, B., van Dijsseldonk, A., Huster, G., Lizon, J.-L., Meyer, M., Gemperlein, H., Moneti, A.: 1992, The Messenger No. 69, 1992.
- McLean, I.: 1993, "Infrared Instrumentation" in "Infrared Astronomy", IV Canary Islands Winter School in Astrophysics, eds. A. Mampaso, M. Prieto y F. Sánchez, Cambridge University Press.
- McCaughrean, M.J.M.: 1988, Ph.D. Thesis, University of Edinburgh
- Simons, D.: 1993, CFHT "Redeye" Infrared Camera Manual.

CAPITULO 7

APENDICES

7.1 Apéndice A. Publicaciones de CAMILA

Hasta diciembre de 1995 se ha publicado la siguiente documentación de CAMILA. En ella se describe la configuración inicial del sistema que ha concluida en cuanto a aspectos técnicos y se muestran algunos resultados observacionales preliminares.

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-95-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 0
10. Electrónica de Lectura del Detector IR NICMOS 3 (Reporte Técnico RT-95-03).
11. Control de Posición de Rendija, Rejilla, Cámara y Lámparas de Comparación del Espectrógrafo de CAMILA (RT-96-XX)

Los siguientes reportes técnicos y manuales de usuario e instalación están en preparación y se concluirán en breve:

1. MANUAL DE USUARIO PARA EL ESPECTROGRAFO/CAMARA CRIOGENICO INFRARROJO DE CAMILA: "CAMALEON", Versión 0.
2. Manual de Usuario del Programa CAMI2.TXT para el Control de Posición de Rendija, Rejilla, Cámara y Lámparas de Comparación del Espectrógrafo de CAMILA (RT-96-XX)
3. Diseño óptico del colimador y las cámaras f/4.5 y f/13.5 (en preparación).
4. Diseño del Espectrógrafo (en preparación).

7.2 Apéndice B: Curvas de Transmisión de los Filtros

7.3 Apéndice C: Reduction and Analysis Techniques for Infrared Imaging Data por M. McCaughrean

7.4 Apéndice D: Estrellas Estándares de UKIRT

7.5 Apéndice E: Forma de Bitácora

PIES DE FIGURA

Figura 1. Diagrama General de CAMILA.

Figura 2. Modos de Operación de CAMILA: (a) Imagen Directa y (b) Espectroscopía.

Figura 3. Detector NICMOS 3 de CAMILA: (a) Fotografía (b) Imagen de pixeles malos.

Figura 4. Diagrama Mecánico de la Montura en Imagen Directa

Figura 5. Diagrama Optico de la Montura en Imagen Directa

Figura 6. Diagrama de Rayos del Camino Optico del Reductor Focal.

Figura 7. Fotografía del Carrusel de Filtros.

Figura 8. Fotografía de CAMILA en Imagen Directa Instalada en Telescopio.

Figura 9. Fotografía del Críostato en el Sistema de Vacío.

Figura 10. Diagrama de Conexiones de Computadoras.

Figura 11. Apariencia de Campos Planos en J (11a), H (11b) y K (11c).

Figura 12. Secuencia de Imágenes de Objeto (12a), Cielo (12b) y la Diferencia de estas Imágenes (12c).

Figura 13. Imagen de DARK o Corriente Oscura.

Figura 14. (a) Imagen de Lectura Incorrecta (Bad Readout) y (b) Primera Imagen de una Secuencia (Defectuosa). OJO: Se deben deshechar.

Figura 15. Imagen de BIAS (imagen.b).

Figura 16. Imagen de un Campo ya Procesado: Cúmulo Joven Enterrado.

Figura 17. Incremento de la Señal con el Tiempo para Iluminación Constante.

Figura 18. No Linealidad del Detector Expresada como # conteos esperados / # conteos leidos en Función de la Señal.