



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
INSTITUTO DE ASTRONOMÍA -ENSENADA**

EL FOTÓMETRO CUENTAPULSOS

RT-2001-05

Noviembre de 2001

DEPARTAMENTO DE INSTRUMENTACIÓN

**Leonel Gutiérrez Albores
Francisco Murillo Bracamontes
Juan Aldebarán Magaña Zapata
Lucero Leyser Pérez Chaparro**

INDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	3
1.1. FOTOMULTIPLICADOR	3
1.2. CAJA DE ENFRIAMIENTO	5
1.3. OBTURADOR ELECTROMECAÁNICO	6
1.4. CABEZAL.....	7
1.4.1. Filtros.....	8
1.4.2. Diafragmas	12
1.5. AMPLIFICADOR/DISCRIMINADOR	12
1.6. FUENTE DE ALTO VOLTAJE	12
1.7. ELECTRÓNICA DE CONTROL Y ADQUISICIÓN.	12
1.8. MICROCOMPUTADORA DE CONTROL	12
2. INSTRUCCIONES DE USO	13
2.1. COLOCACIÓN DE LOS FILTROS	13
2.2. PREPARACIÓN DEL SISTEMA.....	13
3. PROGRAMA DE CONTROL DEL FOTÓMETRO CUENTAPULSOS.....	14
3.1. INICIO DEL PROGRAMA	15
3.2. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO DE TRABAJO DE <i>FOTOM.EXE</i>	16
3.3. OPCIONES DEL MENÚ	17
3.3.1. Tiempo universal	17
3.3.2. Cambio de filtros	17
3.3.3. Cambio de diafragmas	18
3.3.4. Abrir y cerrar obturador.....	19
3.3.5. La opción IMP.....	19
3.3.6. La opción Modo	19
3.3.7. Cambio del índice del objeto a observar.....	20
3.3.8. Cambiando el tiempo de integración	20
3.3.9. La opción Multiplicidad	20
3.3.10. Tipo de integración.....	20
3.3.11. Detener una integración.....	21
3.3.12. Nombre del objeto observado.....	21
3.3.13. Número de objetos a estudiar	21
3.3.14. Cambiando la ascensión recta.....	21
3.3.15. Cambiando la declinación.....	22
3.3.16. Archivo de datos.....	22
3.3.17. Salvar datos de la integración.....	22
3.3.18. Anexando comentarios	23
3.3.19. Refrescando la pantalla.....	23
3.3.20. Salir del programa	23
3.3.21. Teclas rápidas	23
3.4. DESCRIPCIÓN DEL ARCHIVO DE DATOS.....	24
3.5. MENSAJES.....	25
3.5.1. Buscando Filtro Origen... Espere un Momento.	25
3.5.2. Buscando Filtro n... Espere un Momento.	25
3.5.3. Datos respaldados.....	25
3.5.4. No llegó la señal al fotómetro.....	25
3.6. CONFIGURACIÓN DE LOS CONECTORES DEL SISTEMA.....	26
3.6. DIAGNÓSTICO DE FALLAS.....	28
A. ANEXOS	29
A.1. Descripción de la electrónica y esquemáticos.....	29
A.2. Descripción técnica del RCA C31034A-02 (ahora Burle).....	32
A.3. Hoja de datos del amplificador/discriminador EG&G-PARC 1120.	39

1. INTRODUCCIÓN

El sistema fotómetro cuentapulsos es un sistema de adquisición semiautomática de datos cuyo control reside en un microcontrolador manejado desde una computadora personal. Para la utilización más eficiente del fotómetro, se automatizó el manejo de los filtros y se diseñaron programas de control del instrumento. Estos programas son interactivos con el usuario, los que apoyados en circuitería de interfaz, inician y supervisan las integraciones del fotómetro y controlan el posicionamiento de filtros y la apertura del obturador. Los datos adquiridos se almacenan en disco duro. El estado del fotómetro, y otros parámetros de observación, se despliegan en la pantalla de la computadora personal. El manejo de los diafragmas y la selección del haz de luz (ocular/detector) es totalmente manual.

El sistema fotométrico descrito en este documento consta de las siguientes secciones:

1. *Fotomultiplicador*
2. *Caja de enfriamiento*
3. *Obturador electromecánico*
4. *Cabezal*
5. *Amplificador/discriminador*
6. *Fuente de alto voltaje*
7. *Electrónica de control y adquisición*
8. *Sistemas de control y adquisición.*
9. *Microcomputadora de control.*

Algunas secciones, de este manual han sido tomadas del manual original (Reporte Técnico No. 37) y la respuesta de los filtros R, I y neutro no ha sido verificada.

1.1. FOTOMULTIPLICADOR

El fotómetro esta equipado con un fotomultiplicador RCA C31034A-02 (ahora fabricado por Burle) de 5 cm de diámetro con 11 etapas multiplicadoras tipo Quantacon y con un fotocátodo de Arseniuro de Galio (GaAs:Cs-0). Las características del tubo están descritas en la publicación del Anexo A.1.

Debido a la alta sensibilidad del fotomultiplicador, el número de fotones por segundo que inciden en el fotocátodo no debe producir una corriente de ánodo mayor que 100 nA. Considerando un factor de amplificación en corriente de 0.6×10^6 , se tiene que el número máximo de cuentas recibidas no deberá ser mayor de 1.04×10^6 cuentas por segundo.

Dado que la respuesta del fotocátodo en 5500 \AA es de $\sim 90 \text{ mA W}^{-1}$, la del ánodo será de $5.4 \times 10^4 \text{ A W}^{-1}$, por lo que una estrella en la banda V de magnitud cero con flujo de $3.75 \times 10^{-12} \text{ W cm}^{-2} \mu^{-1}$, en un intervalo espectral de 1000 \AA (suponiendo el

peor de los casos, es decir, la máxima transmisión del filtro para todo el intervalo y una eficiencia del telescopio de 1), produciría en el telescopio de 84 cm una corriente de ánodo de 10.1×10^{-5} A, es decir, 1000 veces mayor que la máxima corriente permitida en el ánodo. Este resultado implica que en ningún caso se deberán medir estrellas de magnitud menor que 7.5 (o 6.7 si aplicamos un factor de 0.7 a las eficiencias mencionadas), al menos no sin el filtro neutro con que cuenta el fotómetro.

El filtro neutro del fotómetro tiene una transmitancia de alrededor del 7.5% para $3500 \text{ \AA} < \lambda < 8000 \text{ \AA}$. (Figura 1), por lo que los límites de observación se pueden ampliar para observar estrellas hasta 14 veces más brillantes que sin filtro neutro, lo que significa 2.8 magnitudes, aproximadamente.

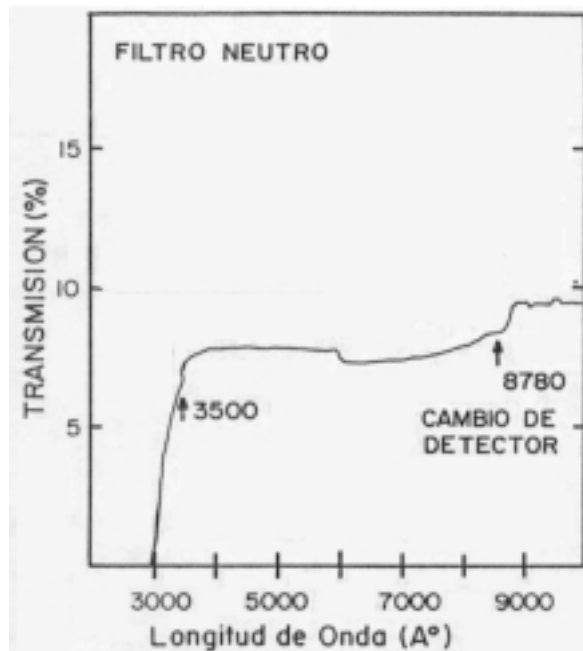


Figura 1. Filtro de Densidad Neutra

1.2. CAJA DE ENFRIAMIENTO

La Figura 2 muestra la caja de enfriamiento del fotomultiplicador, que consta de los siguientes elementos:

- a) Cámara y base del fotomultiplicador.
- b) Cámara de enfriamiento.
- c) Termómetro
- d) Ventana óptica de temperatura controlada

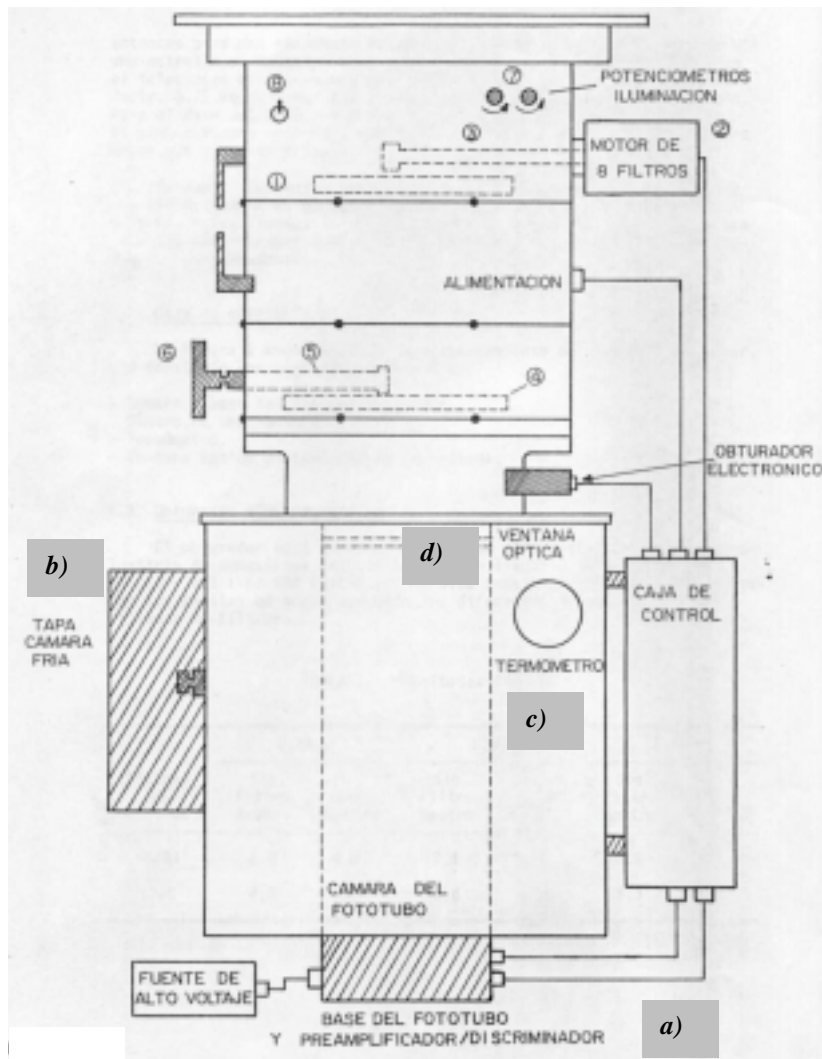


Figura 2. Esquema que ilustra el fotómetro.

1.3. OBTURADOR ELECTROMECAÁNICO

El obturador está normalmente cerrado para evitar que un flujo excesivo de fotones dañe el fotomultiplicador (Figura 3). La Tabla 1 muestra los límites de seguridad para los diferentes telescopios.

Tabla 1. Magnitudes Límite.

	0.84-m		1.50-m		2.12-m	
<i>Sistema de Filtros</i>	<i>Sin filtro Neutro</i>	<i>Filtro Neutro</i>	<i>Sin Filtro Neutro</i>	<i>Filtro Neutro</i>	<i>Sin filtro Neutro</i>	<i>Filtro Neutro</i>
UBVRI	7.5	4.7	8.7	5.9	9.5	6.7

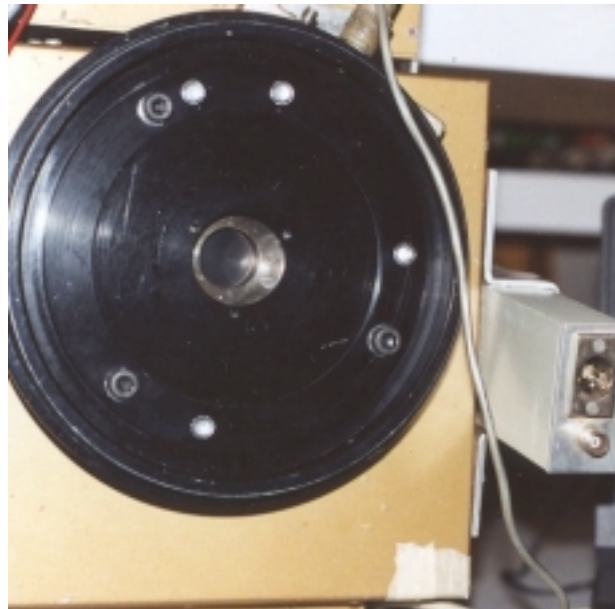


Figura 3. Obturador electromecánico

El obturador electromecánico está colocado a la entrada de la ventana óptica. Este consiste en dos hojas que se cierran y abren en forma similar a la acción de unas tijeras. El modo normal de estas cuchillas es en posición cerrada y su apertura está controlada desde el microcontrolador, por lo que a menos que el ciclo de integración se inicie, no habrá acceso de fotones al fotocátodo. Esto permite un manejo relajado del fotómetro y del telescopio, y garantiza la seguridad del fototubo. En caso de que el contador detecte mas de 610000 cuentas por segundo, el obturador se cerrará automáticamente y el ciclo de integración será abortado, mediando una notificación correspondiente al usuario.

1.4. CABEZAL

Las Figuras 2, 3, 4, 5 y 6 ilustran los siguientes elementos:

- (1) Rueda de filtros con 8 depósitos.
- (2) Motor de filtros *.
- (3) Eje rotador de la rueda de filtros*
- (4) Rueda de diafragmas*
- (5) Eje rotador de diafragmas*
- (6) Manija rotatoria de diafragmas*
- (7) Potenciómetros de iluminación*
- (8) Interruptor iluminación*

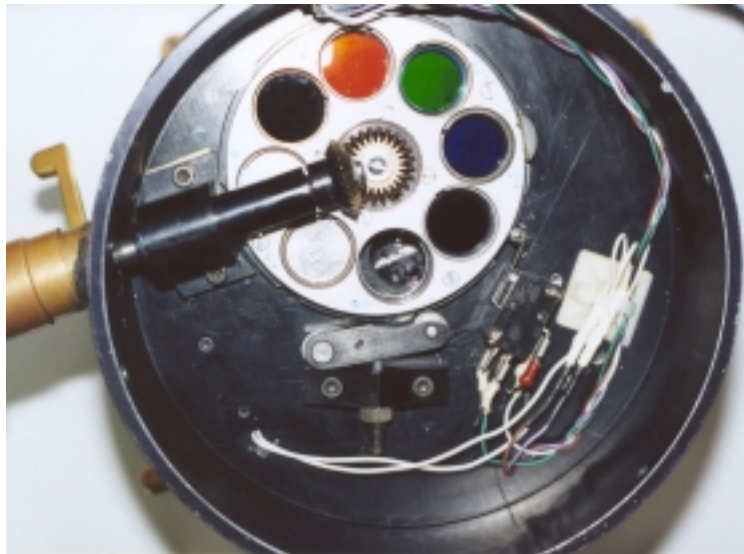
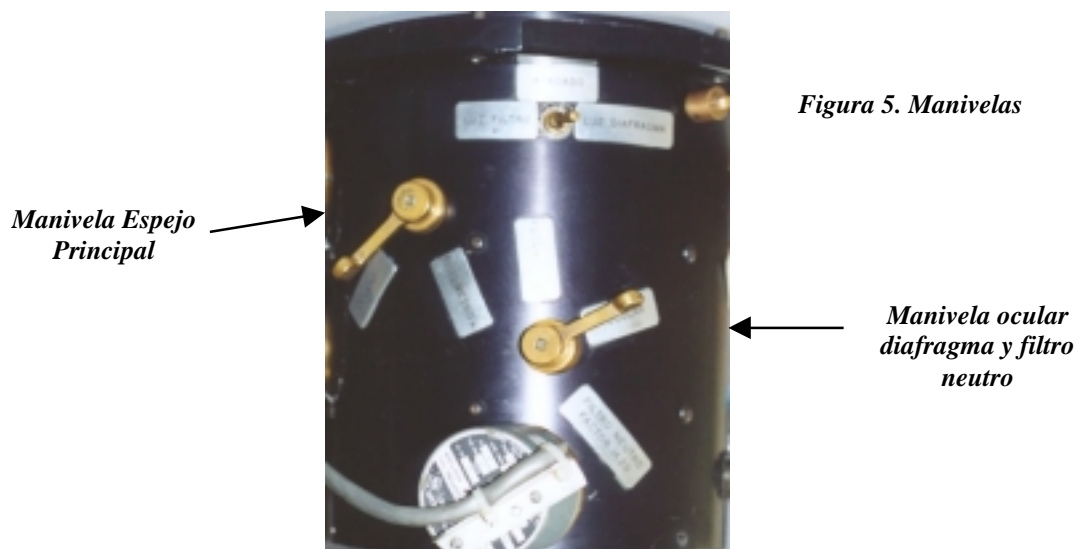


Figura 4. Rueda de Filtros.



*Manivela Espejo
Principal*

Figura 5. Manivelas

*Manivela ocular
diafragma y filtro
neutro*

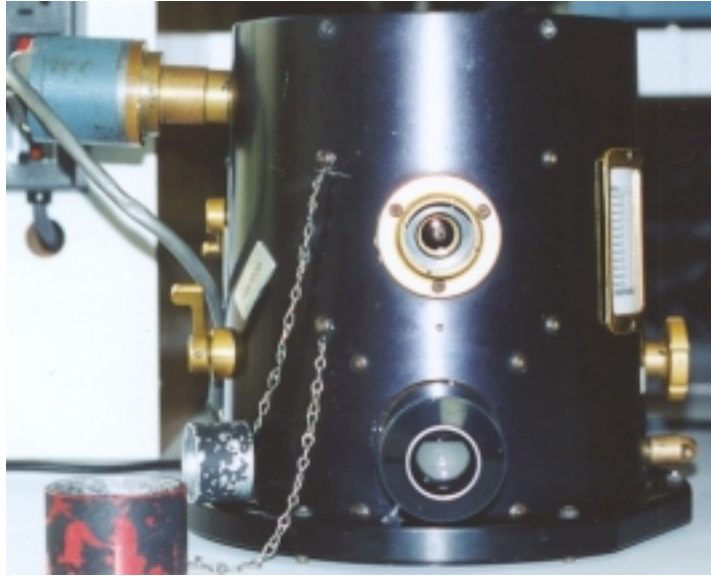


Figura 6. Ocular principal y ocular diafragmas.

(9) Manivela espejo principal

(10) Manivela ocular, diafragma y filtro neutro

(11) Ocular principal

(12) Ocular diafragmas

Nota: Para los incisos marcados con *, ver Figura 2.

La manivela del espejo principal (9) introduce un espejo a 45 grados que manda el haz de luz al ocular principal. Al remover le espejo, el haz de luz pasa al detector del fotómetro. La otra manivela (10), en una posición introduce también un espejo que permite ver el diafragma que se ha colocado; en otra posición, deja pasar la luz directamente al detector; y en la otra posición introduce el filtro neutro en la trayectoria del haz de luz.

1.4.1. Filtros

Los factores de disminución aproximados con el filtro neutro para el sistema actual de filtros UBVRI se encuentran en la Tabla 2. La curva de transmisión para el filtro neutro se encuentra en la Figura 1 de la página 4 de este documento. Los filtros disponibles usualmente en servicio están descritos en la Tabla 3; las curvas de transmisión están dadas en las Figuras 7, 8, 9, 10 y 11.

Tabla 2. Filtro Neutro.

<i>Filtro</i>	<i>Factor de Disminución de Conteos</i>
U	15.75
B	14.13
V	13.82
R	13.00
I	12.97

Tabla 3. Filtros.

Posición	Filtro	Componentes
1	U	366/68 Custom Scientific
2	B	440/98 Custom Scientific
3	V	550/89 Custom Scientific
4	R	2 mm. KG3 + 2 mm. OG570
5	I	2 mm. RG9
6	Cerrado	
7	Cerrado	
8	Abierto	

Banda B

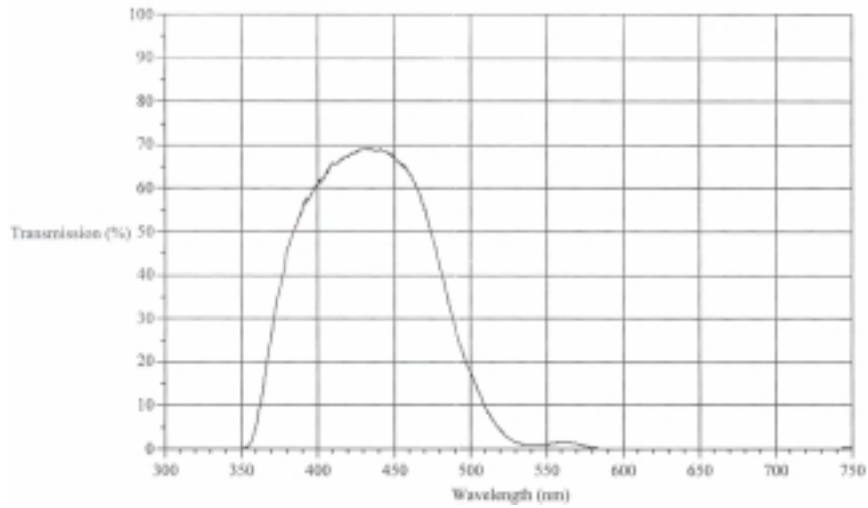


Figura 7. Curva de Transmisión del filtro B

Banda U

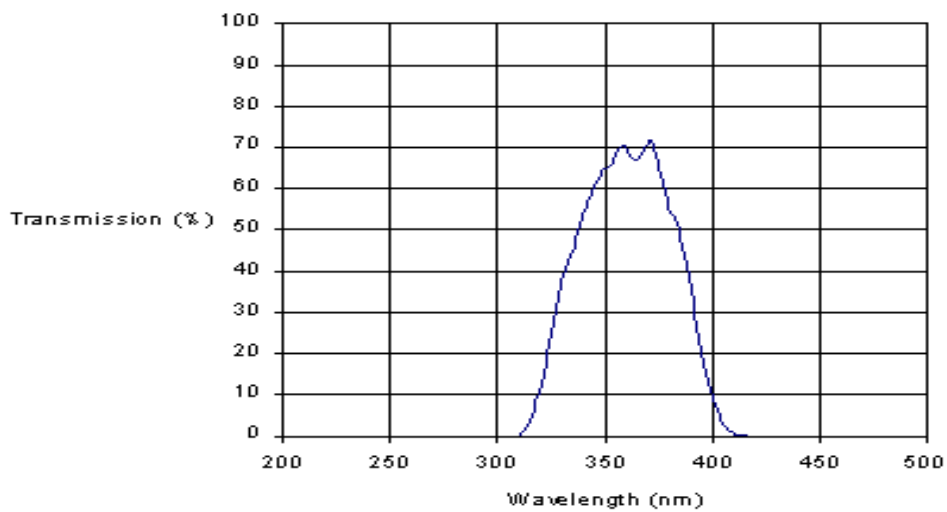


Figura 8. Curva de Transmisión del filtro U

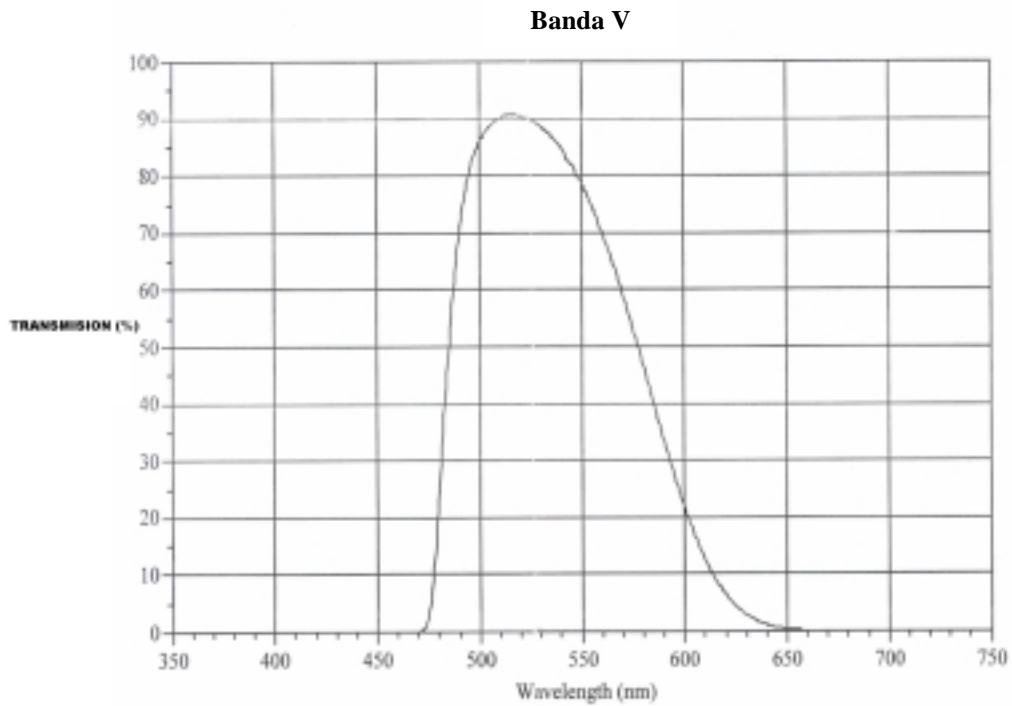


Figura 9. Curva de Transmisión del filtro V

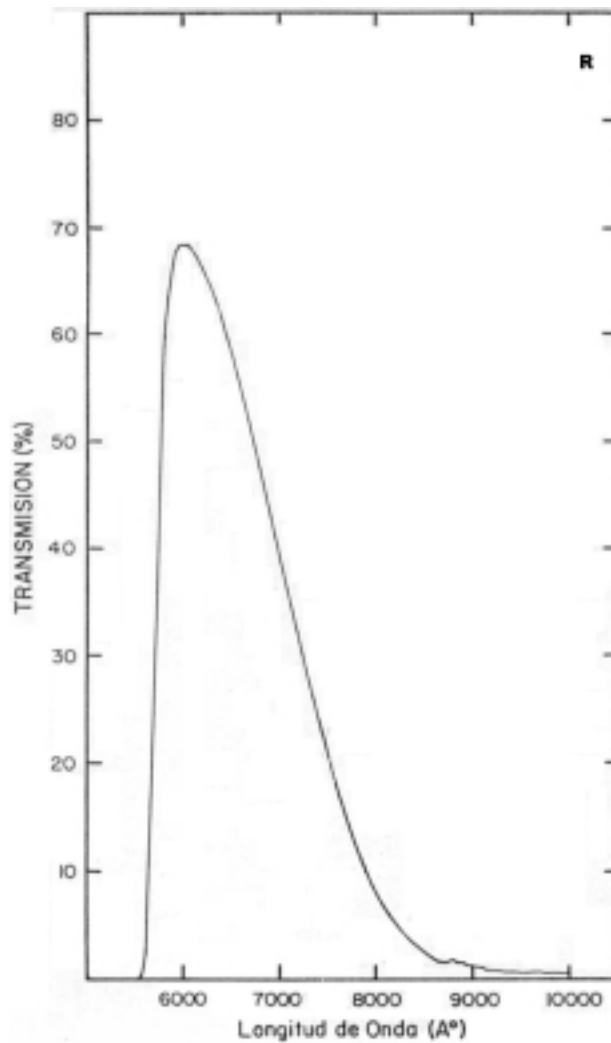


Figura 10. Curva de transmisión del filtro R

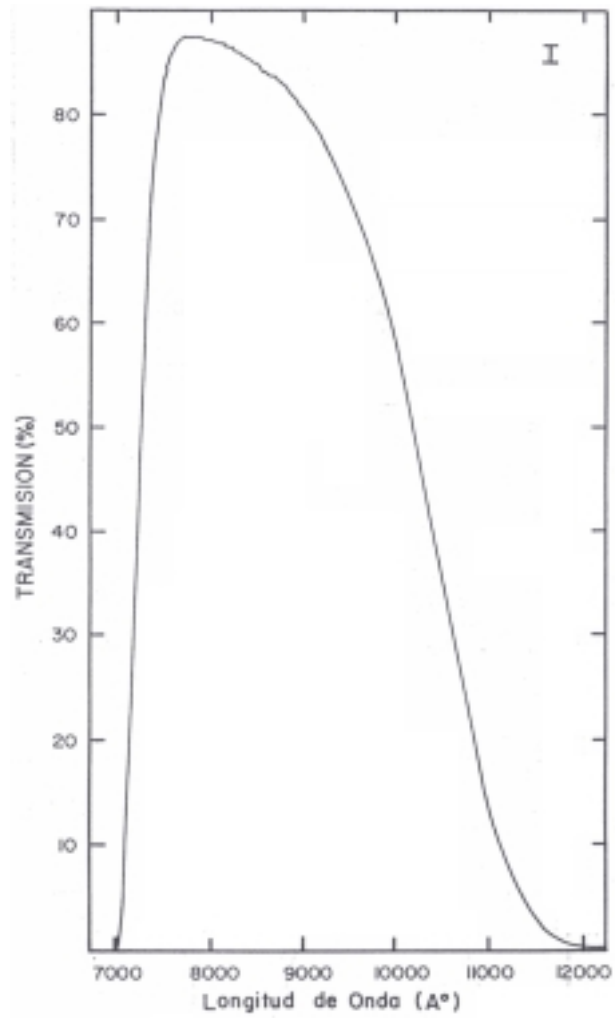


Figura 11. Curva de transmisión del filtro I.

1.4.2. Diafragmas

La Tabla 4 muestra los diafragmas disponibles.

Tabla 4. Diafragmas.

No.	Diámetro (mm)	No.	Diámetro (mm)
1	5.2	7	1.5
2	3.9	8	1.0*
3	3.1	9	1.0
4	2.0*	10	0.5*
5	2.0	11	0.5
6	1.5*	12	0.2
* Dobles			

1.5. AMPLIFICADOR/DISCRIMINADOR

Este amplificador/discriminador es el EG&G-PARC modelo 1120 tiene una capacidad máxima de 10^7 Hz y se encuentra anexo al fotómetro. Debido a la alta ganancia del RCA C31034A-02 y al límite impuesto de 10^6 cuentas por segundo, el problema de tiempo muerto por acumulación de pulsos no es importante de corregir. El tiempo muerto del amplificador es de 30 ns. La información técnica del amplificador/discriminador se encuentra en el Anexo A.3.

1.6. FUENTE DE ALTO VOLTAJE

La fuente proporciona un voltaje negativo y debe usarse a 1420 volts. Este voltaje es el que se ha encontrado que produce la mejor relación entre señal y ruido. Es conveniente encender el alto voltaje con una hora de anticipación al inicio de las observaciones.

1.7. ELECTRÓNICA DE CONTROL Y ADQUISICIÓN.

Esta electrónica está descrita en el anexo A.1. Básicamente consiste en fuentes de alimentación para el cabezal y el amplificador, un circuito para el manejo del obturador y codificación de la posición de la rueda de filtros.

Además, cuenta con un microcontrolador, el cual realiza el control de los filtros y el conteo de los pulsos. Su interacción en la computadora externa se realiza a través de un puerto serie RS-232.

1.8. MICROCOMPUTADORA DE CONTROL

La computadora de control, puede ser cualquier computadora con sistema operativo Dos o Windows, en la que se debe instalar el programa FOTOM.EXE.

2. INSTRUCCIONES DE USO

2.1. COLOCACIÓN DE LOS FILTROS

Normalmente quedan puestos en el fotómetro los filtros UBVRI del sistema Johnson-Kon Cousins. Si es necesario colocar otros filtros, éstos se deben entregar al personal especializado en San Pedro Mártir, ya que el desarmado mecánico es un proceso delicado. Este es un punto crítico del sistema, ya que en realidad el fotómetro no está diseñado para intercambiar los filtros.

Al concluir la temporada de observación con otros filtros, pida al personal mecánico que vuelva a colocar el sistema UBVRI.

2.2. PREPARACIÓN DEL SISTEMA

Una vez que el fotómetro ha sido colocado en la platina del telescopio y conectado a la computadora por el personal de San Pedro Mártir, proceda de la siguiente manera:

- (a) Coloque hielo seco en la cámara de enfriamiento al menos media hora antes de empezar la observación. La temperatura debe bajar a -70 grados Centígrados.
- (b) Encienda la fuente de alto voltaje apretando el botón de encendido. El indicador debe subir hasta cerca de la marca de 1.5 KV. Esta operación se puede realizar con luz ya que el fotomultiplicador está protegido con un obturador electromecánico. Si el voltaje que indica la carátula de la fuente no es el correcto, ajústelo con las perillas de la misma.

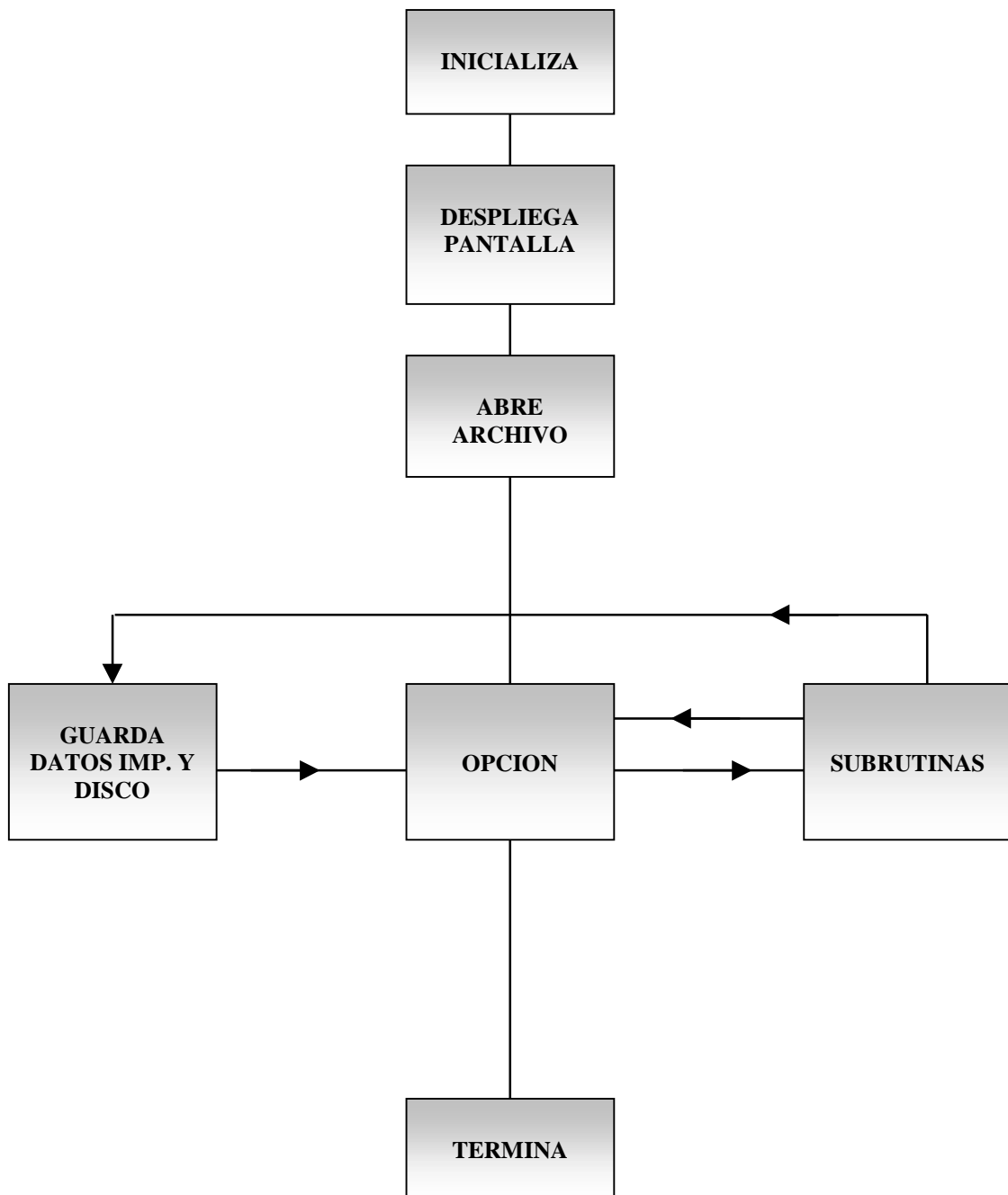
3. PROGRAMA DE CONTROL DEL FOTÓMETRO CUENTAPULSOS

FOTOM.EXE es un programa que se ejecuta en una computadora personal con sistema operativo DOS o Windows y sirve para manejar el fotómetro cuentapulsos. Éste funciona actualmente en el Observatorio Astronómico Nacional, se le ha dado mantenimiento y ha sido remodelado permitiendo su control desde cualquier computadora por medio de una conexión con el puerto serie.

Con FOTOM se pueden controlar los cambios de filtros y la acción del obturador, realizar integraciones simples y múltiples, etc.

A continuación se muestra el diagrama de bloques del programa FOTOM.EXE:

DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROGRAMA FOTOM.EXE



3.1. INICIO DEL PROGRAMA

Para iniciar al programa, asegúrese de que éste se encuentre instalado en la computadora de trabajo. Inicie la computadora en modo DOS o Windows. Si está en modo DOS, teclee la palabra FOTOM seguida de la tecla "Return" y, en el caso de Windows, busque el programa FOTOM.EXE con el explorador y dé doble clic al ratón.

Al correr el programa escuchará un sonido de entrada y visualizará la ventana que se muestra en la Figura 12. Unos segundos después se desplegará el menú principal mostrado en la Figura 13.

El sistema buscará automáticamente la posición de referencia de la rueda de filtros e iniciará con los siguientes valores por omisión: tiempo de integración de 1 segundo y multiplicidad 1, con el nombre NADA para el archivo de datos, ascensión recta igual al tiempo sideral y la declinación con la latitud del Observatorio San Pedro Mártir.



Figura 12. Mensaje inicial de Fotom.Exe.

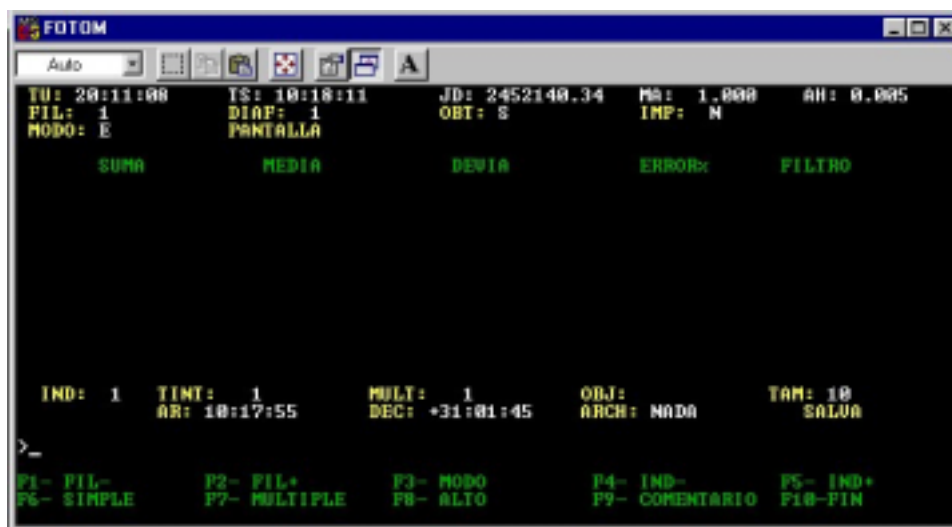


Figura 13. Menú Principal de Fotom.Exe

3.2. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO DE TRABAJO DE *FOTOM.EXE*

En la parte superior de la pantalla, que hemos denominado región 1, el color amarillo en las etiquetas indica que estas pueden ser modificadas y el blanco indica que son datos calculados por FOTOM. Se realizan las siguientes funciones descritas en el orden respectivo de impresión en la pantalla:

<i>REGION 1</i>	
<i>DESCRIPCION</i>	<i>ETIQUETA</i>
Despliega el tiempo universal	TU
Despliega el tiempo sideral	TS
Despliega el día Juliano	JD
Despliega la masa de aire	MA
Despliega el ángulo horario	AH
Despliega el filtro que se usa	FIL
Despliega el diafragma	DIAF
Despliega el modo del obturador	OBT
Despliega el número de cuenta	IMP
Despliega el modo	MODO
Pantalla	PANTALLA

A continuación se despliega la región 2, en la que se podrán visualizar las cuentas realizadas, la suma, media, desviación estándar, error de las cuentas respectivas y el filtro utilizado. Estas se imprimirán en esta región en 10 renglones y una vez pasando esta cantidad de renglones se borrará la primera y así sucesivamente hasta volver a imprimir otras 10 y repetir el ciclo

Después de la región de impresión de cuentas se tiene otra serie de indicadores en la región 3, que se describirán a continuación, en el orden respectivo de impresión en la pantalla:

<i>REGION 3</i>	
<i>DESCRIPCION</i>	<i>ETIQUETA</i>
Indice del objeto a observar	IND
Denota el tiempo de integración	TINT
Denota la multiplicidad	MULT
Nombre del objeto observado	OBJ
Número de objetos a observar	TAM
Ascensión recta	AR
Declinación	DEC
Archivo de datos	ARCH
Salvar los datos	SALVA

Después de ésta, tenemos la región 4, donde se despliegan los mensajes y donde se tecleará la información deseada para la observación.

La parte inferior de la pantalla, región 5, se encuentran descritas las teclas rápidas con sus respectivas instrucciones, desde realizar las integraciones y mover filtros, hasta finalizar el programa. Éstas se describen a continuación:

<i>REGION 5</i>		
<i>TECLA RAPIDA</i>	<i>ETIQUETA</i>	<i>OPERACION</i>
F1	FIL-	Mover un filtro hacia atrás
F2	FIL+	Mover filtro hacia adelante
F3	MODO	Cambia de modo
F4	IND-	Disminuir el índice de objeto
F5	IND +	Aumentar el índice de objeto
F6	SIMPLE	Integración simple
F7	MULTIPLE	Integración múltiple
F8	ALTO	Detener integración
F9	COMENTARIO	Comentarios
F10	FIN	Salir del programa

3.3. OPCIONES DEL MENÚ

3.3.1. Tiempo universal

El tiempo universal podrá ser cambiado dándole un clic al ratón sobre la etiqueta “TU” de la pantalla o con las teclas ALT-F7, enseguida se desplegará el mensaje que se muestra en la Figura 14, donde se le pedirá la fecha actual, usted tendrá que teclearla con la siguiente sintaxis utilizando dos dígitos: día, mes, año. Una vez terminada la fecha presione la tecla “Enter” y se desplegará el mensaje de la Figura 15, en el cual tendrá que introducir el tiempo local deseado con la siguiente sintaxis, utilizando dos dígitos: Horas, minutos, segundos y presione “Enter” cuando haya terminado y el programa calculará el tiempo universal.

```
>Fecha <dd,mm,aa>: _
```

Fig. 14. Cambio de la fecha actual.

```
>Tiempo local <hh,mm,ss>:
```

Fig. 15. Cambio del tiempo local.

3.3.2. Cambio de filtros

El número de filtro que desea usar lo podrá cambiar con un clic sobre la etiqueta FIL de la pantalla o con las teclas ALT-F8, enseguida se desplegará el mensaje de la Figura 16, indicándole que debe introducir un número entre 1 y 8 que corresponden a los filtros de la Tabla 5, si usted introduce un número que no esté comprendido en este

intervalo, el mensaje permanecerá hasta que le teclee un número válido, recuerde que al término del número deberá presionar la tecla “Enter”.

También podrá realizar el cambio utilizando las teclas rápidas “F1” para avanzar al siguiente filtro y “F2” para regresar una posición. Al presionar cualquiera de estas dos teclas el cambio será automático.

Tabla 5.

No. DE FILTRO	FILTRO	No. DE FILTRO	FILTRO
1	U	5	I
2	V	6	Cerrado
3	B	7	Cerrado
4	R	8	Vacío



Figura 16. La Opción FIL: Cambio de Filtro

3.3.3. Cambio de diafragmas

Para cambiar el indicador del diafragma deseado, dé un clic sobre la etiqueta DIAF de la pantalla o presione las teclas ALT-F9, teclee un número entre 1 y 12 de la misma manera como lo hizo para cambiar los filtros. Se muestra un ejemplo en la Figura 17. La numeración de los diafragmas es la que se muestra en la Tabla 6. Debe hacerse notar que esta operación NO moverá el diafragma. El movimiento deberá hacerse en forma manual usando la perilla correspondiente.

Tabla 6.

DIAFRAGMAS			
1	5.2 mm.	7	1.5 mm.
2	3.9 mm.	8	1.0 mm.*
3	3.1 mm.	9	1.0 mm.
4	2.0 mm.*	10	0.5 mm.*
5	2.0 mm.	11	0.5 mm.
6	1.5 mm.*	12	0.2 mm.
*Dobles			

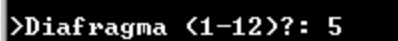


Figura 17. Cambio de Diafragmas: Selección del 1 al 12

3.3.4. Abrir y cerrar obturador

Con esta opción selecciona el modo del obturador, abierto o cerrado, para realizar sus integraciones. La letra S denota que el obturador se abrirá durante la integración y la letra N que el obturador permanecerá cerrado. Al iniciar el programa la opción por omisión será S. Para cambiar el modo, sólo dé un clic sobre la etiqueta OBT de la pantalla y automáticamente cambiara a N si está en S y viceversa (ver Figura 18).

```
OBT : S
OBT : N
```

Figura 18. La Opción OBT: Abre/Cierra Obturador

3.3.5. La opción IMP

Esta operación indica si los datos se mandarán automáticamente a la impresora, que deberá ser una impresora dedicada. Funciona de la misma manera que la selección del modo del obturador.

3.3.6. La opción Modo

Esta opción permite alternar entre los modos “cielo” y “estrella”. El cambio de modo, sólo se puede realizar mediante la tecla rápida “F3”. Al presionarla, cambiará automáticamente de C a E y viceversa (Figura 19).

```
MODO: E          PANTALLA
SUMA            MEDIA            DEVI
IND: 1          TINT: 0          MULT: 0
                AR: 22 : 56 : 46    DEC: +31 :
1- FIL-        F2- FIL+        F3- MODO
```

Figura 19. La opción Modo: F3, cambio a modo E

3.3.7. Cambio del índice del objeto a observar

Para cambiar el índice del objeto a observar, se puede hacer de dos maneras: La primera es con un clic sobre la etiqueta IND de la pantalla o presionando las teclas ALT-F1; enseguida se desplegará el mensaje de la Figura 20, en el cual se tiene que introducir un número comprendido entre 1 y el número máximo de objetos TAM. Si usted teclea cualquier número que no se encuentre en este intervalo, el mensaje permanecerá hasta que se le dé un número válido. La segunda manera de cambiar el índice es utilizando las teclas rápidas: al presionar la tecla “F4”, el número cambiará al inmediato siguiente y presionando la tecla “F5” cambiará al índice inmediato anterior. Este cambio con las teclas rápidas será automático.



>indice <1-tam>?:

Figura 20. Cambio de Índice del Objeto a Observar

3.3.8. Cambiando el tiempo de integración

El tiempo de integración se encuentra en segundos. Este podrá ser cambiado con un clic sobre la etiqueta TINT de la pantalla o presionando las teclas ALT-F2. Al realizar cualquiera de estas dos operaciones se desplegará un mensaje como se muestra en la Figura 21, en el cual introducirá el tiempo que desee, siempre y cuando esté en el intervalo de 1 a 999 segundos. Cualquier número no comprendido en este intervalo será considerado nulo y el mensaje permanecerá hasta que se le dé un dato correcto.



>Tiempo de Int<1-999 s>?: 5_

Figura 21. La opción TINT: Cambio del tiempo de integración.

3.3.9. La opción Multiplicidad

FOTOM le permite realizar integraciones de multiplicidad 1 a 999. Esta podrá ser cambiada con un clic sobre la etiqueta MULT del menú principal o presionando las teclas ALT-F3. Al hacer esto, se desplegará el mensaje que se muestra en la Figura 22 en el que debe teclear el número de multiplicidad deseada siempre y cuando esté comprendida dentro del intervalo permitido. Si no es así, el mensaje permanecerá hasta que el dato sea válido.



>Multiplicidad<1-999>?: 4_

Figura 22. La opción MULT: Cambio de la multiplicidad de la integración.

3.3.10. Tipo de integración

Para poder realizar una integración con FOTOM deberá seleccionar el tipo de multiplicidad, ya sea, simple o múltiple. Si usted desea una integración con multiplicidad simple sólo deberá presionar la tecla rápida “F6” y automáticamente el fotómetro comenzará las integraciones correspondientes. En caso de una integración

múltiple, la tecla que deberá presionar es “F7” y, al igual que la integración simple, ésta se llevará a cabo automáticamente (Figura 23).

F6- SIMPLE F7- MULTIPLE

Figura 23. Opciones F6 y F7: Multiplicidad Simple y Múltiple

3.3.11. Detener una integración

Para detener una integración que ya no desea realizar, deberá presionar la tecla “F8” y enseguida se detendrá, guardando en el archivo la última información antes de detener la integración.

3.3.12. Nombre del objeto observado

Para poder identificar su objeto astronómico de estudio, FOTOM le permite darle un nombre. Sólo tendrá que dar un clic sobre la etiqueta OBJ o presionar las teclas ALT-F4 y se desplegará el mensaje de la Figura 24. El nombre no deberá ser mayor de 8 caracteres y no debe incluir espacios en blanco; cualquier otro caracter será valido. En el caso de que el nombre exceda los 8 caracteres, se le recortará el nombre hasta la longitud límite. Para el caso de que incluya espacios en blanco, éstos serán ignorados al igual que los caracteres siguientes, por tanto, el nombre terminará hasta el último caracter válido. Su nombre será guardado con mayúsculas tanto en la pantalla como en el archivo de datos.

>Nombre del objeto?: _

Figura 24. La opción OBJ: Asignación del nombre del objeto a observar

3.3.13. Número de objetos a estudiar

FOTOM le permite un máximo de 99 objetos de estudio. Para indicar el número de objetos que desea estudiar, deberá darle un clic a la etiqueta TAM del menú principal. Enseguida se desplegará el mensaje que se muestra en la Figura 25, en el que tecleará el número deseado, siempre y cuando esté comprendido en el intervalo válido. En caso contrario, el mensaje permanecerá hasta que el dato sea válido.

>Numero de objetos <1-99>?:5_

Figura 25. La opción TAM: Determinación del número de objetos a estudiar

3.3.14. Cambiando la ascensión recta

El valor de la ascensión recta al inicio del programa será el tiempo sidereal inicial. Para poder cambiar la ascensión recta usted tendrá dos opciones. Una es presionando las teclas “ALT-F5”. La segunda opción es dándole un clic a la etiqueta AR del menú de la pantalla. Para ambas opciones se desplegará el mensaje que se muestra en la Figura 26. Una vez que haya visualizado el mensaje indicado, procederá con la siguiente sintaxis, utilizando dos dígitos: horas, minutos, segundos. Usted

también podrá hacer uso de los espacios en lugar de las comas. En caso de no respetar esta sintaxis, el mensaje permanecerá hasta que sea correcta. Si la hora que tecleó no es válida, el mensaje permanecerá hasta que teclee un valor correcto.

```
>Ascension recta (h,m,s): _
```

Figura 26. La opción AR: Cambiando la ascensión recta.

3.3.15. Cambiando la declinación

El valor de la declinación por omisión será la longitud de San Pedro Mártir. Podrá cambiar ésta de dos maneras. La primera, utilizando las teclas “ALT-F6”. La segunda manera es dándole un clic a la etiqueta DEC del menú de pantalla. En ambos casos se desplegará la ventana que se muestra en la Figura 27. Recuerde que la declinación se expresa en grados y que puede tomar valores positivos o negativos. La sintaxis es la siguiente, utilizando dos dígitos: signo, grados, minutos, segundos. En el signo, usted deberá teclear “+” o “-”, cualquier otro caracter no será válido. Si usted omite el signo, le será asignado el positivo. Podrá usar espacios en lugar de las comas. Si la declinación que tecleó no es válida, el mensaje permanecerá hasta que lo sea.

```
>Declinacion [+/-lgg,mm,ss]:
```

Figura 27. La opción DEC: Cambiando la declinación.

3.3.16. Archivo de datos

FOTOM le permite salvar los datos de su integración en un archivo externo. El archivo por default lleva el nombre de NADA. Si usted desea cambiar este nombre, sólo dé un clic sobre la etiqueta “ARCH” del menú de pantalla; enseguida se desplegará la ventana que se muestra en la Figura 28. El nombre tendrá como mínimo un caracter y como máximo 8; si el nombre excede el máximo, éste se recortará a la longitud máxima. Todos los caracteres son válidos a excepción de los espacios. Para el caso de que incluya espacios en blanco, éstos serán ignorados al igual que los caracteres siguientes, por tanto, el nombre terminará hasta el último caracter válido. El nombre del archivo será visualizado con mayúsculas en la pantalla.

```
>Nombre del archivo (8 caracteres):orion_  
ARCH: ORION
```

Figura 28. Asignación del nombre del archivo donde se guardarán los datos.

3.3.17. Salvar datos de la integración.

Usted podrá salvar los datos obtenidos durante su integración dándole un clic a la etiqueta “SALVA” del menú de la pantalla y automáticamente su información será guardada en el archivo. Se desplegará el mensaje que se muestra en la Figura 29, indicando que la operación se ha llevado a cabo con éxito.

```
>Datos respaldados...
```

Figura 29. La opción SALVA: Salva los datos en un archivo.

3.3.18. Anexando comentarios

FOTOM le permite guardar, en el archivo de datos, los comentarios que usted desee mencionar con respecto a su integración; sólo tendrá que presionar la tecla “F9” y enseguida se desplegará el mensaje de la Figura 30. Dicho comentario no podrá exceder 30 caracteres. Si usted teclea más de la cantidad de caracteres permitidos, se recortará hasta la longitud máxima.

>Comentario <30 Car. Max.>?: _

Figura 30. La opción anexando comentario

3.3.19. Refrescando la pantalla

Usted podrá refrescar la pantalla en cualquier momento dando un clic con el ratón sobre la etiqueta PANTALLA del menú de pantalla. Automáticamente la pantalla será actualizada.

3.3.20. Salir del programa

Para salir de FOTOM deberá presionar la tecla “F10” y se desplegará el mensaje que se muestra en la Figura 31. Si está seguro de salir, presione la tecla “s” y finalizará el programa. Si no está seguro de salir, presione la tecla “n” e inmediatamente regresará al menú para continuar con sus integraciones. Podrá usar mayúsculas o minúsculas.

>Abandonamos Programa <S/N>?

Figura 31. La opción salir

3.3.21. Teclas rápidas

En la Tabla 7 se describen las teclas rápidas que pueden ser usadas en FOTOM para facilitar el uso del programa.

Tabla 7. Teclas de acceso rápido para Fotom.exe

ACCESOS RAPIDOS	
Teclas	Función
ALT-F1	Índice del objeto a observar
ALT-F2	Tiempo de integración
ALT-F3	Multiplicidad
ALT-F4	Nombre del objeto a observar
ALT-F5	Ascensión recta
ALT-F6	Declinación
ALT-F7	Tiempo Universal
ALT-F8	Filtros
ALT-F9	Diafragmas
ALT-F10	Obturador

En el caso de que usted seleccione alguna de las opciones del menú accidentalmente y no quiere introducir los valores pedidos, podrá presionar la tecla “ENTER” para abortar el mensaje y regresar al menú principal.

3.4. DESCRIPCIÓN DEL ARCHIVO DE DATOS

Como se ha visto, FOTOM salva los datos obtenidos en un archivo, el cual despliega los siguientes datos:

- La letra “s” indicando el inicio de un renglón de datos (en el caso de un comentario, el renglón comienza con la letra “c”).
- Un número consecutivo.
- La hora universal en el formato HHMMSS, iniciando con la letra “U”.
- El nombre del objeto.
- La letra “E”, en caso de tratarse de una estrella, y la letra “C” en el caso de cielo.
- La ascensión recta en el formato HHMMSS, iniciando con la letra “A”.
- La declinación en el formato [+/-]GGMMSS, iniciando con la letra “D”.
- El número de filtro, precedido de la letra “F”.
- El número de diafragma, precedido de la letra “D”.
- El tiempo de integración en segundos.
- La suma total de los pulsos adquiridos.
- La desviación estándar de los pulsos adquiridos.
- El error porcentual de la adquisición.
- El renglón de datos termina con la letra “e”.

A continuación, se muestra un ejemplo:

```
s 9 U025802 RIGEL E A170411 D+310145 F01 D01 05 0 0.00 0.00 e
```

3.5. MENSAJES

Existe una serie de mensajes que indican de algún evento de interés en el sistema. Los principales son los siguientes:

3.5.1. Buscando Filtro Origen... Espere un Momento.

Cuando se inicia el programa, se inicia el movimiento de la rueda de filtros y se despliega un mensaje que dice "Buscando Filtro Origen... Espere un Momento". Al terminar el movimiento de búsqueda, automáticamente desaparecerá (Figura 32).

```
>Buscando Filtro Origen... Espere un Momento_
```

Figura 32. Mensaje que se despliega al buscar el filtro 1.

3.5.2. Buscando Filtro n... Espere un Momento.

Cuando usted manda cambiar un filtro, se despliega un mensaje que dice "Buscando Filtro n... Espere un Momento". Al terminar el movimiento de búsqueda, automáticamente desaparecerá (Figura 33).

```
>Buscando Filtro 3... Espere un Momento_
```

Figura 33. Mensaje que se despliega cuando se manda cambiar un filtro.

3.5.3. Datos respaldados...

Cuando usted manda salvar sus datos obtenidos, se despliega un mensaje que dice "Datos respaldados...". Al terminar de salvar los datos, automáticamente desaparecerá (Figura 34).

```
>Datos respaldados...
```

Figura 34. Mensaje que indica que sus datos han sido salvados en un archivo.

3.5.4. No llegó la señal al fotómetro...

Cuando manda a realizar una integración y por alguna razón no llega la señal del fotómetro, se despliega el mensaje que dice "No llegó la señal del fotómetro". Al término de unos segundos desaparecerá automáticamente (Figura 35).

```
>No llegó la señal del fotómetro._
```

Figura 35. Mensaje que indica que la señal del fotómetro no pudo llegar.

3.6. CONFIGURACIÓN DE LOS CONECTORES DEL SISTEMA

En la Figura 36 se muestran los conectores del sistema de control y de adquisición del fotómetro y en las Tablas 8 a 12 se muestra la configuración de cada conector. El conector que va al calefactor no se muestra en las tablas, pero no está polarizado y debe tener 7.2 VAC. El conector del obturador tampoco está polarizado.

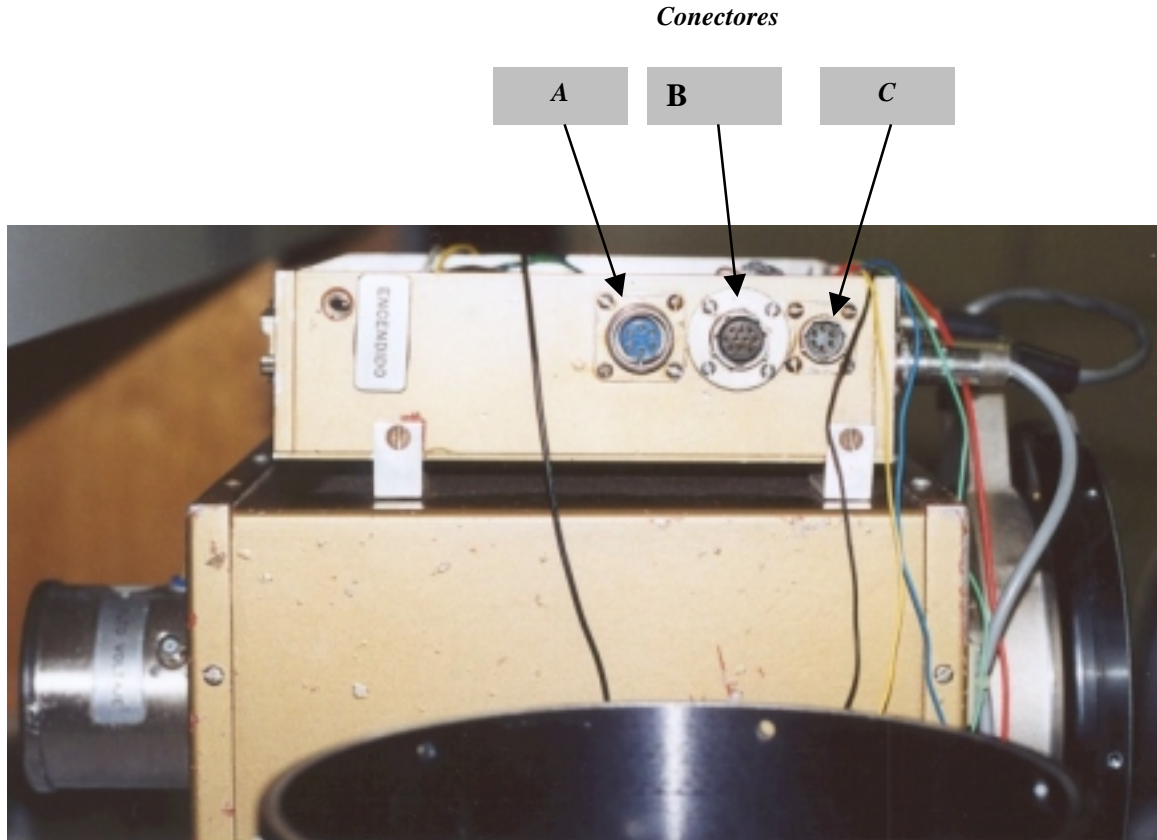


Figura 36. Conectores de la Caja de electrónica del Fotómetro cuentapulsos I

Tabla 8. Conector A

<i>PIN</i>	<i>DESCRIPCION</i>
A	Motor Fase II
B	10 volts
C	10 volts
D	Motor Fase III
E	Motor Fase I
F	Motor Fase IV

Tabla 9. Conector B (a la computadora; no se usa en la versión modificada). Ver Figura 37.

CONECTOR B			
PIN	DESCRIPCIÓN	CONEXIÓN EN DB25 <i>Terminal No.</i>	CONEXIÓN AL CONECTOR C <i>Terminal</i>
1	Obturador		
2	Común	13	A
3	Fase II (driver motores)	22	B
4	NU		
5	Fase III (driver motores)	10	C
6	Fase IV (driver motores)	23	D
7	Fase I (driver motores)	9	A
8	Interruptor de Origen		E
9	Interruptor de filtros		F
10	Tierra Motores		

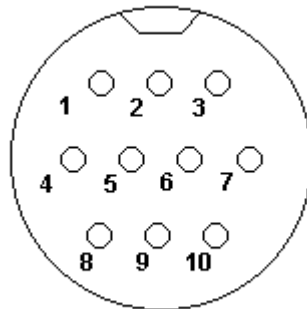


Figura 37

Tabla 10. Conector C (al cuerpo del fotómetro)

CONECTOR C		
PIN	DESCRIPCIÓN	OTRA CONEXIÓN
A	Común	Terminal 2 de conector B
B	NU	NU
C	Alimentación de la retícula	7 VAC (neutro)
D		7 VAC
E	Interruptor de origen	Terminal 8 de conector B
F	Interruptor de filtro	Terminal 9 de conector B

Tabla 11. Conector Preamplificador

<i>PIN</i>	<i>Voltaje</i>
1	+12v
2	-12v
3	Tierra

Tabla 12. Conector DB-9 (hacia la computadora; no se usa en la versión anterior)

<i>PIN</i>	<i>Señal</i>
2	Tx
3	Rx
5	Tierra

3.6. DIAGNÓSTICO DE FALLAS

En caso de que se presente el mensaje “No llegó la señal del fotómetro.”

- Verifique que el fotómetro esté encendido.
- Verifique que la conexión del fotómetro al puerto serie de la computadora sea correcta. El puerto serie usado deberá ser COM1, configurado a 9600 bauds, 8 bits de dato, 1 bit de alto y sin paridad.

A. ANEXOS

A.1. Descripción de la electrónica y esquemáticos.

La electrónica del fotómetro cuentapulsos ha sido modificada. Anteriormente, consistía de una tarjeta ISA que realizaba el control de la rueda de filtros y el conteo de pulsos. La nueva tarjeta realiza las mismas funciones que la anterior, pero ahora consta de un microcontrolador ATMEL AT59C52, el cual recibe mandos vía puerto serie para llevar la rueda de filtros a una posición deseada y transmite las cuentas acumuladas cada segundo.

El diagrama completo de la nueva electrónica se muestra en la Figura 38. Básicamente, consta de un cristal de 1 MHz cuya señal es aplicada a un arreglo de divisores (74LS490) para obtener el reloj de 1 Hz el cual indica cuándo se deben leer los contadores y mandar la cuenta acumulada. Para el conteo, se utilizan tres contadores de 8 bits, uno de ellos externo (74LS867) y dos internos al microcontrolador. La señal que proviene del amplificador/discriminador EG&G-PARC 1120 es de tipo ECL por lo que se utiliza un convertidor ECL-TTL (MC10125) para acondicionar la señal.

Los mandos que acepta la tarjeta de control son los siguientes:

- :A5FX;** X = FILTRO DESTINO. Debe estar entre 1 y 8.
Regresa :A5FX; una vez que el filtro destino ha llegado a su posición.
- :A5F1;** Inicializa la rueda de filtros.
Regresa :A5F1; una vez que ha encontrado el origen.
- :A5I1;** Habilita el modo de contador y regresa cuentas cada segundo. No regresa respuesta.
- :A5I0;** Deshabilita el modo de contador. No regresa respuesta.
- :A5AB;** Realiza integraciones abriendo el obturador. No regresa respuesta.
- :A5CE;** Realiza integraciones manteniendo el obturador cerrado. No regresa respuesta.

Si algo no funciona bien, el microcontrolador regresa tres tipos de errores los cuales se listan a continuación:

- :A5E0;** No encontró la muesca de inicio.
- :A5E1;** No salió la muesca.
- :A5E2;** No entró la muesca.

Esta nueva electrónica ha sido colocada sobre el instrumento en la caja que anteriormente contenía sólo las fuentes y el manejador del motor de pasos. Para esto, se realizaron modificaciones a la caja la cual es ahora más grande y de color azul.

En la Figura 39 se muestra un diagrama del cableado en el cabezal del fotómetro de los elementos que permiten iluminar la retícula y los diafragmas y en la Figura 40 se muestra un diagrama esquemático de las conexiones del fotómetro en su conjunto.

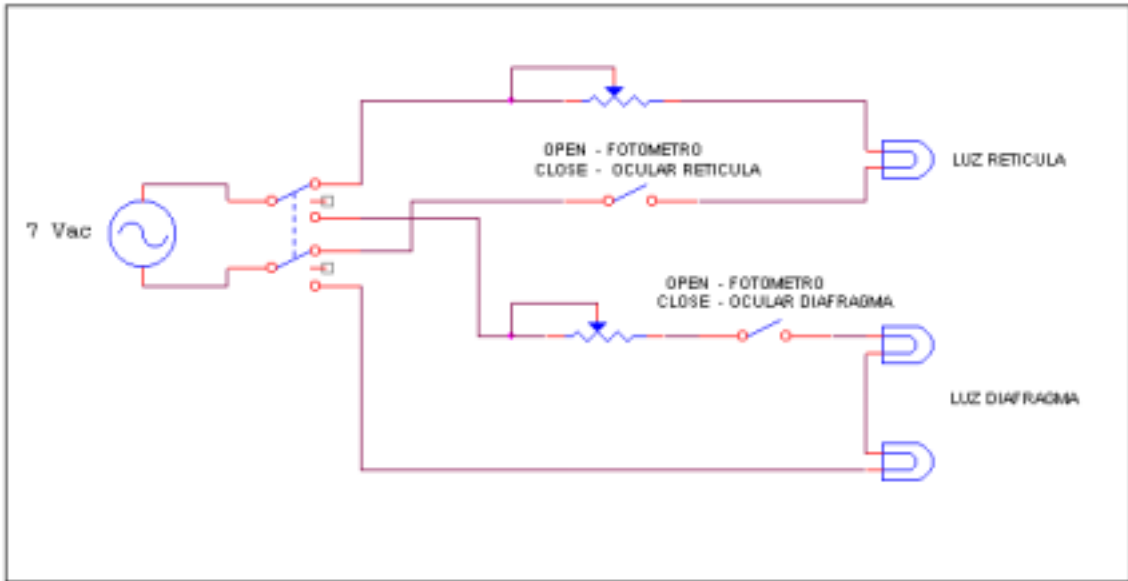


Figura 39

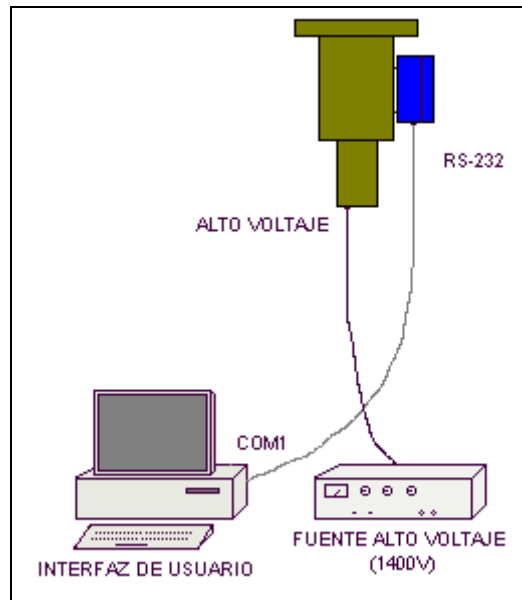


Figura 40

A.2. Descripción técnica del RCA C31034A-02 (ahora Burle)

A.3. Hoja de datos del amplificador/discriminador EG&G-PARC 1120.