

ASTROMETRIA DE ASTEROIDES EN EL OBSERVATORIO  
ASTRONOMICO DE VALENCIA.

I. OBTENCION Y ANALISIS DE LAS PLACAS.

Alvaro López García, Francisco García Cubero,  
José L. Valdés Navarro, Joaquín Castro Soler,  
Jose A. López Orti, Rafael López Machi.

Observatorio Astronómico de la Universidad de Valencia

1.- INTRODUCCION.

Con el propósito de participar en el programa internacional de observación de asteroides seleccionados, que coordina el Instituto de Astronomía Teórica de Leningrado (1), así como aportar datos de posiciones observadas de asteroides y cometas al Astrophysical Observatory de la Smithsonian Institution (2), se iniciaron en el Observatorio Astronómico de Valencia, durante el curso 1984-85, una serie de tareas que vamos a describir a continuación, por lo que tienen de ilustrativas de las investigaciones que pueden abordarse, incluso con medios escasos y condiciones poco favorables, en un pequeño observatorio.

## 2.- TECNICA INSTRUMENTAL.

### 2.1.- MODIFICACIONES DEL TELESCOPIO.

El instrumento básico del Observatorio, el ecuatorial Grubb de 6" de apertura y 90" de focal, con mecanismo horario de tipo mecánico, requería algunas modificaciones menores para alcanzar la estabilidad necesaria en exposiciones fotográficas de hasta 15 minutos, duración máxima estimada para las condiciones del cielo en Valencia, y más que suficiente para registrar bastantes asteroides y cometas de estos programas. Las mejoras introducidas pueden esquematizarse en los siguientes puntos:

- sustitución de los mecanismos manuales de corrección horaria y de declinación por otros eléctricos, con pulsadores en ambos sentidos;

- centralización de ambos controles en un mando único, que incorpora también un regulador de la tensión aplicada a los motores, permitiendo modificar la velocidad de las correcciones (figura 1). Ambos motores son de c.c., de 9 voltios.

El mecanismo de arrastre está constituido por un motor de pesas, un sistema reductor con regulación de velocidad mediante volante centrífugo, y un tornillo bisinfin que actúa, a través de una corona dentada con forma de sector circular, sobre el eje horario. Dicho mecanismo se ha conservado, ya que su suavidad y estabilidad vienen limitadas por el conjunto sector circular-bisinfin y no por el propio motor. El ajuste del bisinfin y el sector, regulable pero

fijo, presentaba el inconveniente de una falta de uniformidad, debida a un mayor desgaste del sector circular en su zona central, consecuencia del uso durante muchos años. Por ello, cuando se ajustaba el mecanismo en uno de sus extremos, al acercarse el sector circular a su zona central aparecía una holgura no deseable, y viceversa, al ajustarlo en el centro, se agarrotaba el arrastre hacia ambos extremos.

Una solución evidente, aunque costosa y difícil en nuestro caso, era la sustitución del sector o su rectificación en un taller mecánico especializado. Sin embargo, siguiendo nuestro criterio de conservar en lo posible el mecanismo existente, optamos por modificar el apoyo del bisinfin sobre el sector, dotándole de un ligero movimiento que permite un ajuste continuo y automático en todas las posiciones del sector. Ello se consigue con un rodamiento situado lateralmente, fijo en su parte exterior a la placa que soporta el bisinfin, y solidario mediante un eje calibrado interior a la montura del telescopio. Un muelle que actúa sobre la placa en la parte opuesta al rodamiento, obliga al apoyo continuo del bisinfin contra el sector, mediante una pequeña rotación en torno al eje del rodamiento (figura 2). Nuestra experiencia con este sistema ha sido plenamente satisfactoria, consiguiéndose un seguimiento uniforme y estable, sin apenas variación en ascension recta.

Otra mejora sustancial ha sido el dotar a la cúpula del ecuatorial de un moto-reductor de 1 CV, que actúa sobre el sistema de giro, accionado anteriormente a mano.

## 2.2.- DISPOSITIVO FOTOGRAFICO.

Nuestro telescopio es de un solo tubo y su campo útil es de unos 3 grados. Para conseguir el seguimiento visual simultáneo, necesario para los tiempos de exposición previstos, tuvimos que diseñar y construir un equipo fotográfico que permite la localización sencilla de alguna estrella próxima al campo fotografiado y su seguimiento durante la exposición.

Dicho equipo consta de los elementos siguientes:

(a) Un soporte circular de aluminio, para situar la placa según el ángulo de posición deseado; lleva marcas cada 10° grados y tiene un dispositivo manual de obturación de la zona del campo correspondiente a la placa, accionable desde el exterior y cuya suavidad no perturba el desarrollo de la exposición (figura 3).

(b) Un dispositivo de enfoque y localización de la estrella de seguimiento; su zona central tiene una lámina traslúcida esmerilada de 8.5 x 6 cm, dimensiones de la placa fotográfica, con un orificio central de 2 cm, y dispone de porta oculares con un ocular positivo de 40 mm de focal. El campo de este ocular es de 44' y puede situarse tanto en el centro, sobre el orificio, como sobre el esmerilado o en la zona marginal del campo del telescopio (figura 4).

(c) El soporte de las placas, para negativos de 6x9 cm, tiene también un porta oculares de 24.5 mm de diámetro, situado en la misma posición lateral que el de la pieza (b) descrita anteriormente; de ese modo, una estrella centrada en el campo del ocular positivo de (b), situado lateralmente,

aparecerá también en el campo de estos oculares. Nosotros utilizamos un ocular tipo Huygens de 25 mm de focal para un centrado aproximado y un ocular positivo de 6 mm de focal, con un retículo iluminado, para el seguimiento durante la exposición. Para que la posición de estos oculares sea cómoda para el observador, es necesario "alargar" la focal del telescopio, en la zona lateral de seguimiento. Ello se consigue mediante una pequeña lente de Barlow, solidaria con este soporte (c) y situada en la parte anterior del mismo, centrada respecto del eje del porta oculares. Así, al tiempo que la posición del foco se aleja unos 50 mm, la focal equivalente del sistema objetivo-lente de Barlow-ocular, aumenta en un factor 5, respecto del sistema objetivo-ocular. De esta manera, el seguimiento visual se hace mucho más preciso, ya que el aumento del sistema permite apreciar y corregir pequeñas variaciones no detectables en la placa fotográfica (figura 5).

El cuerpo de la cámara es un prisma recto de base cuadrada y cuya longitud compensa la del porta oculares del telescopio, al que sustituye. Dicho cuerpo se fija mediante tornillos y ranuras en bayoneta (figura 6).

El soporte circular (a), giratorio, descansa sobre la cara posterior del cuerpo de la cámara, y puede fijarse a la misma. Tanto el dispositivo de enfoque y centrado, como el porta placas, se fijan al soporte circular.

El porta placas (c) tiene un hueco rectangular que permite colocar filtros de 9 x 9 cm y 4 mm de espesor, a pocos milímetros delante de la placa fotográfica. También

puede desplazarse el chasis fotográfico despues de cada exposición.

### 2.3.- REGISTRO DEL TIEMPO.

Los instantes inicial y final de las observaciones se registran en un reloj de cuarzo, que aprecia centésimas de segundo, construido en el Observatorio, cuya lectura digital luminosa puede detenerse, en los instantes de apertura y cierre del obturador, mediante un pequeño interruptor solidario con la palanca de obturación. Dicho interruptor conmuta con otro idéntico exterior, con el que se acciona el reloj antes de proceder a la apertura y cierre del obturador (figura 7).

Este reloj se pone en hora periódicamente y su estado se comprueba, al segundo, antes o durante las sesiones de observación, con las señales horarias. Para evitar algunos fallos esporádicos de la red y poder trasladarlo en caso necesario, sin perder la señal, se le ha acoplado una fuente de alimentación independiente, con una batería recargable.

Así, un solo observador puede realizar practicamente todas las operaciones del proceso.

### 3.- PREPARACION Y OBTENCION DE LAS PLACAS FOTOGRAFICAS.

#### 3.1.- PREPARACION DE LAS OBSERVACIONES.

Una vez seleccionados los asteroides aptos para una cierta campaña de observación, se fotocopian los campos estelares correspondientes, en nuestro caso del Atlas Borealis y Eclipticalis de A. Becvar (3), cuyas características permiten localizar fácilmente estrellas de hasta la magnitud 8, aptas para ser utilizadas en el seguimiento visual durante la exposición.

Para facilitar la localización, tanto en la carta como en el telescopio, de la estrella de seguimiento, se confeccionó una plantilla transparente a escala del campo fotográfico y de la posición del ocular lateral de seguimiento. De este modo, una vez marcada en la carta la posición del asteroide para la época de la observación, puede escogerse la estrella más idónea para el seguimiento, de modo que el asteroide aparezca lo más centrado posible en el campo fotográfico y rodeado del mayor número de estrellas que puedan ser utilizadas para las determinaciones astrométricas. A continuación, se anotan como datos de la observación las coordenadas del "centro de la placa", hacia donde se apuntará el telescopio, y el ángulo de posición del porta oculares, de modo que la estrella de seguimiento aparezca centrada en el campo del ocular lateral.

Las efemérides de cada observación se obtienen con un programa de ordenador, denominado ASTDAT, y que realiza una

interpolación o extrapolación de  $\alpha$ ,  $\delta$  y  $B$ , a partir de los tres valores equidistantes más próximos a la época de observación. Los datos son extraídos de las "Ephemerides of Bright Planets" (4). Estas efemérides incluyen periodos de unos 200 días con intervalo de 10 días.

Los valores obtenidos para la hora aproximada de la observación son más que suficientes para la localización precisa del asteroide en las cartas celestes.

Este programa también proporciona la hora de paso por el meridiano, lo que ayuda a preparar la observación.

Los datos del asteroide en cuestión, se cargan automáticamente al introducir el número del asteroide y el año de las efemérides, desde un fichero en microdrive confeccionado previamente.

Inicialmente, las efemérides se obtenían a partir de los folletos "Daily Ephemerides of Selected Minor Planets for 19xx" (1). Aunque estas efemérides contienen datos más precisos y su intervalo es de un día, la interpolación cuadrática y el empleo de una época más aproximada hace que el uso del programa ASTDAT sea ventajoso frente al de estos folletos.

### 3.2.- REALIZACION DE LAS OBSERVACIONES.

Una vez sustituida la pieza porta oculares del telescopio por el cuerpo de la cámara, se coloca sobre el soporte circular (a) la pieza de enfoque y centrado preliminar (b). El cuerpo de la cámara, que quedará fijo durante toda la observación, se orienta inicialmente de modo que el origen de



los ángulos de posición coincide con la dirección del norte celeste.

Enfocando en el esmerilado de (b) una estrella suficientemente brillante, se apunta el telescopio a la dirección del "centro de la placa", y se gira el soporte (a) hasta la posición requerida por la estrella de seguimiento. La precisión del sistema de círculos horario ( $1''$ ) y de declinación ( $10'$ ) del ecuatorial Grubb, aun sin tener en cuenta la lectura de los respectivos nonius, es suficiente para que aparezca en el campo del ocular lateral de 40 mm la estrella de seguimiento, que se centra aproximadamente antes de colocar el porta placas (c).

En éste, y con el ocular de 25 mm, se afina la posición de la estrella, que finalmente se centra en el retículo iluminado del ocular de 6 mm.

Colocado el chasis, se abre su tapa anterior con el obturador de (a) cerrado, se comprueba el centrado de la estrella de seguimiento, y se inicia la exposición abriendo suavemente el obturador. Anotamos el instante que señala el display luminoso del reloj digital.

Cada uno de los "hilos" del retículo esta formado por dos trazas paralelas rayadas sobre una placa circular de metacrilato, separadas 0.2 mm; teniendo en cuenta la focal del sistema objetivo-lente de Barlow-ocular, el cuadrado central del retículo equivale a 3"x 3". Durante la exposición se mantiene la estrella dentro de dicho cuadrado. El efecto combinado de esta imprecisión y de las pequeñas oscilaciones del "seeing" y del telescopio, cuyo origen radica tanto en la

turbulencia del aire dentro de la cúpula como en las vibraciones del edificio y de la propia montura del instrumento, se traduce en unos diámetros, para las estrellas débiles de la placa, del orden de 6".

Durante la exposición y al concluir ésta, se anotan en la hoja de observación las circunstancias más relevantes que puedan afectar a los resultados de la misma y a su análisis posterior: estado del cielo, "seeing" estimado, posición del telescopio, etc. Al terminar, se anota el instante de cierre del obturador (5).

Dada la elevada luminosidad del cielo nocturno en Valencia, y la magnitud de los asteroides y estrellas a registrar, en un principio, no creímos conveniente realizar exposiciones múltiples sobre la misma placa. En cualquier caso, la identificación del asteroide quedaba asegurada por la traza del mismo durante la exposición (15<sup>m</sup>-20<sup>m</sup>) (5).

Posteriormente, al depurar la técnica empleada, hemos procurado realizar exposiciones dobles y triples, siempre que ha sido posible, reduciendo los tiempos de exposición a intervalos entre 3 y 5 minutos (5).

#### 4.- ANALISIS DE LAS OBSERVACIONES.

##### 4.1.-IDENTIFICACION DE LAS ESTRELLAS Y EL ASTEROIDE.

La observación directa de la placa, permite determinar la orientación de la misma e identificar las estrellas que aparecen en ella y en las cartas celestes utilizadas. Asimismo, se puede normalmente identificar el asteroide, tanto por su posición, como por el aspecto de su imagen.

Antes de almacenarla, se rellena una tarjeta con todos los datos consignados tanto en la preparación y desarrollo de la observación, como del proceso de revelado y análisis somero que acabamos de describir.

Posteriormente, se procede a la identificación de las estrellas, utilizando el catálogo SAO (6), cuyo contenido prácticamente coincide con el del ATLAS de A. BECVAR.

Recientemente, hemos adquirido el catálogo SAO en su versión 1984 en cinta magnética (7), con lo que próximamente podremos automatizar esta parte del trabajo, ahorrando esfuerzo y errores accidentales.

Los datos de las estrellas de la placa, obtenidos por uno u otro procedimiento, son la base de datos para el análisis, medida y reducción posterior de la placa.

La identificación definitiva de las estrellas y el asteroide se realiza con el programa denominado GRAFPLC, que traduce las coordenadas celestes de las estrellas y del asteroide ( estimadas por ASTDAT ) a coordenadas standard en el plano tangente a la zona fotografiada y representa éstas a la escala de la placa, mediante pequeñas trazas, con la

impresora gráfica conectada al ordenador. La superposición de la placa sobre esta representación nos identifica de forma inequívoca las estrellas que aparecen en la placa con las del catálogo SAO, y la imagen del asteroide con su posición interpolada.

Una gráfica a escala 2X, con los números asignados a las estrellas en nuestra identificación previa, ayuda a una identificación definitiva.

#### 4.2.- MEDIDA DE LAS PLACAS.

Las coordenadas rectangulares de las estrellas de referencia y del asteroide se determinan con una platina diseñada y construida en el taller del Observatorio, y que se acopla a un microscopio binocular COOKE, TROUGHTON and SIMMS LTD, cedido a este centro por el IFIC de la Universidad de Valencia; un dispositivo fotométrico, montado en uno de los tubos porta-oculares, permite también efectuar determinaciones de ennegrecimiento en las placas.

Los tornillos X, Y de la platina registran hasta la micra, pero las limitaciones mecánicas del aparato aconsejan la realización de varias series de medidas de cada placa. Para ello, el soporte de aquéllas, permite el giro en torno a su centro, efectuándose conjuntos completos de medidas para distintos ángulos de posición del soporte.

Para evitar los frecuentes errores que se producen en un proceso de medida tan laborioso, así como suplir la carencia de personal fijo dedicado a esta tarea, hemos

diseñado, en colaboración con personal del Departamento de Electrónica e Informática de la Facultad de Ciencias Físicas de Valencia, un sistema electrónico de adquisición de datos y movimiento de los tornillos del microscopio, mediante motores paso a paso, que se ha completado y montado recientemente. El software necesario para su manejo está completado (programa MEDPLC), y el conjunto nos permitirá realizar medidas completas de las placas, con toda precisión y con mínimo esfuerzo del observador, que tan sólo tendrá que efectuar algunos movimientos iniciales y un control de todo el proceso.

La descripción del dispositivo y método de medida, así como los resultados obtenidos, serán abordados en un próximo trabajo.

#### 4.3.- REDUCCION DE LAS OBSERVACIONES.

El proceso de reducción de nuestras observaciones incluye la obtención de las "coordenadas standard" en el plano tangente a la E.C. en el centro del campo fotografiado. La comisión 20 de la UAI (1) recomienda que en el programa de observaciones precisas de asteroides seleccionados se incluyan, junto a las posiciones de las estrellas de referencia, sus dependencias, lo que condiciona el empleo del método de SCHLESINGER (8). No obstante, para conocer el "error interno" del ajuste (valores de  $G-C$  para  $\alpha$  y  $\delta$ , de las estrellas que se incluyen en el mismo), es preciso efectuar un ajuste polinómico previo que permite obtener dicho "error interno" (9), (10).

En nuestro caso, hemos confeccionado un programa de reducción de las placas (AJUPLC), que incluye la posibilidad de ajustar sendos polinomios de 6 coeficientes para  $\alpha$  y  $\delta$ , (11), (12), (13), (14), (15), así como calcular las dependencias (8) para la estrella de referencia. Puede elegirse, como origen de la reducción standard, tanto el centro de la placa, como el centro geométrico de las estrellas de referencia o la posición estimada del asteroide.

En dicho programa puede seleccionarse otro algoritmo de reducción a coordenadas planas (11), así como un ajuste polinómico de tipo homográfico (16). Actualmente, se están analizando las ventajas e inconvenientes de cada método, en función de las peculiaridades de la placa, distribución, número de estrellas y posición del asteroide en la misma. Los resultados de este estudio ser analizarán en un trabajo posterior, y serán la base de nuestro futuro sistema de reducción de las observaciones.

## 5.- OBSERVACIONES REALIZADAS.

### 5.1.-CAMPAÑAS DE OBSERVACION DE ASTEROIDES.

Las observaciones sistemáticas se iniciaron en Enero de 1985, y podemos agruparlas en varias campañas. En ellas han participado, con total desinterés, algunos alumnos de Astronomía, becarios y colaboradores del Observatorio.

#### 5.1.1.-PRIMERA CAMPAÑA : ENERO - JUNIO 1985.

Se ha realizado un total de 39 placas, sobre negativos

Valca F22 y H29.

Los asteroides escogidos para nuestra primera campaña han sido: 1-CERES, 3-JUNO, 4-VESTA, 6-HEBE, 7-IRIS y 39-LAETITIA, los mas aptos para dicha época, cuyas magnitudes no superaban el valor 12.2.

Cabe destacar que las observaciones son todas únicas, con tiempos de exposición elevados ( entre 15 y 20 minutos ) e instrumental y técnica de observación que se depuró a lo largo del periodo.

#### 5.1.2.-SEGUNDA CAMPAÑA : OCTUBRE - NOVIEMBRE 1985

Se realizaron 34 placas, sobre negativos Valca F22 y H29.

En esta segunda campaña se escogió dos asteroides: 704-INTERAMNIA (16 placas) y 11-PARTHENOPE (18 placas).

Los tiempos de exposición se redujeron sensiblemente (entre 6 y 10 minutos), siendo ya exposiciones múltiples.

#### 5.1.3.-TERCERA CAMPAÑA : DICIEMBRE 85 - JUNIO 86.

En este periodo se realizaron 109 placas, exclusivamente sobre negativos Valca F22.

Los asteroides seleccionados fueron: 704-INTERAMNIA(17), 532-HERCULINA(21), 2-PALAS(10), 18-MELDOMENE(9), 1-CERES(17), 7-IRIS(11), 40-HARMONIA(9), 6-HEBE(10), 39-LETITIA(4), 3-JUNO(2).

A medida que se fueron realizando placas, los tiempos de exposición disminuyeron como consecuencia lógica del perfeccionamiento de la técnica, pasando de 7 a 3-4 minutos, siendo éstas múltiples, con intervalos entre exposiciones de alrededor de 10 minutos y separación en la placa entre 0.5 y

1 mm. Las medidas de tiempo se realizaron con reloj de cuarzo.

### 5.2.-OBSERVACIONES DEL HALLEY.

Se han realizado un total de 28 placas del cometa Halley, con tres dispositivos: el equipo fotográfico descrito, otra cámara con visor lateral y lámina semitransparente inclinada  $45^\circ$  respecto al eje telescópico, que permite realizar el seguimiento durante la exposición con el propio cometa, y finalmente, con una cámara estelar de 8 cm de abertura y focal de 53 cm.

Dos fueron las campañas realizadas. La primera cubrió el periodo Noviembre 85 - Enero 86 con un total de 19 placas y la segunda, durante Abril - Mayo 86 en el que se realizaron 9.

Su reducción se ha iniciado ya, con el equipo de medida descrito anteriormente.

### 6.- CONCLUSIONES.

Como queda reseñado en este trabajo, en el Observatorio Astronómico de Valencia hemos puesto en marcha un programa de observación sistemática de asteroides y cometas. A tal fin, se han efectuado las modificaciones precisas del telescopio ecuatorial y se han diseñado y construido los accesorios necesarios para la obtención de las placas fotográficas. También se ha desarrollado un equipo de medida de coordenadas rectangulares, así como los programas



para automatizar el proceso de medida y reducir las observaciones.

A pesar de la modestia de nuestros medios instrumentales y escasez de presupuesto, la puesta en marcha de un programa de esta naturaleza nos permite iniciar una colaboración en algunos programas internacionales de observación astronómica, análoga a la que mantienen algunos de los Observatorios mas prestigiosos de nuestro país.

No queremos terminar esta exposición sin agradecer publicamente la ayuda recibida de don Miguel de Pascual, miembro del Observatorio Astronómico Nacional, quien, a través de varias conversaciones y entrevistas, nos ha orientado y alentado en el desarrollo de esta labor, nueva para nosotros.

Asimismo, queremos dejar constancia del intercambio de experiencias mantenido en los últimos tiempos con don Jesús Martín-Pintado y don Julián García, del Centro Astronómico de Yebes, que ha supuesto un gran respaldo para nuestro trabajo y que puede redundar en el futuro en una mas estrecha colaboración en el campo de la Astrometría.

**BIBLIOGRAFIA.**

- (1)- Yu.V. Batrakov, V.A. Izvekov, A.S. Vashkevich. Daily ephemerides of selected minor planets for 1985. Institute for Theoretical Astronomy, Leningrad (1984).
- (2)- Brian G. Marsden. The work of the Minor Planets Center. Asteroids. Ed. T. Gehrels. The University of Arizona Press(1979).
- (3)- Antonin Becwar. Atlas Borealis. Atlas Eclipticalis 1950.0. Sky Publishing Corporation, Cambridge, Mass. USA
- (4)- S.S. Lavrov. Ephemerides of Minor Planets for 1984. Institute for theoretical Astronomy, Leningrad (1983).
- (5)- De Pascual Martinez, Miguel. Asteroides. Anuario del Observatorio Nacional de Madrid para 1979. Presidencia del Gobierno. Dirección General del Instituto Geográfico Nacional.
- (6)- SAO Catalogue. Smithsonian Astrophysical Observatory. Cambridge, U.S.A. (1966).
- (7)- SAO Catalogue, Magnetic Tape Version. Centre de Données Stellaires. Observatoire de Strasbourg.
- (8)- W.M. Smart. Text-Book on Spherical Astronomy. Cambridge University Press (1971).
- (9)- H. Debehogne. Astrométrie photographique. Cours à l'Université Fédérale de Rio de Janeiro (1977).
- (10)- R.L. Duncombe and P.D. Hemenway. A comparison of astrometric measurement techniques as applied to Minor Planets. Celestial Mechanics, 26, 207-212(1982).

(11)- F.C. Bertiau and E. de Graeve. Astrometric programme for IBM-1620. Specola Vaticana. Recherche Astrometrique, vol. 7, nos. 8 y 9 (1967).

(12)- F.V. Prochazka, R.H. Tucker. Modern Astrometry. Institute of Astronomy. Vienna. Austria(1978).

(13)- Peter Van de Kamp. Stellar Paths. D. Reidel Publishing Company(1981).

(14)- J.Nuñez, J.M. Codina y M. Torras. Astrometria fotogràfica : Precisiòn de las observaciones. Comunicaciòn presentada a la IV Asamblea Nacional de Astronomia y Astrofísica(1983).

(15)- Astronomical Techniques. Stars and stellar systems, volume II. Edited by W.A. Hiltner.

(16)- Sevilla de Lerma, Miguel. Método autocorrector para el cálculo de direcciones de satélites geodésicos y análisis de los errores en la restitución de un arco de órbita. Urania, 269 y ss., Julio-Diciembre 1974.

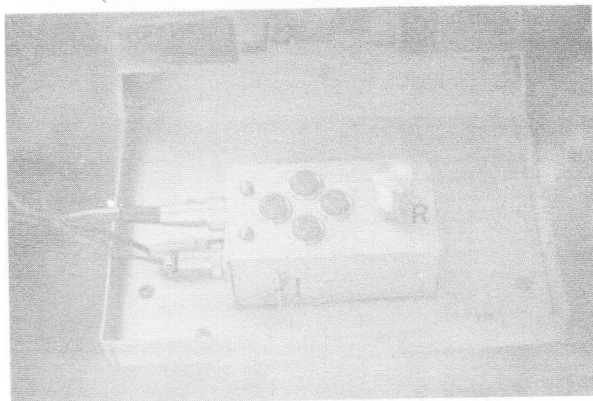


Figura 1.  
Controles de movimiento fino en AR y Dec.  
R: regulador de tensión.  
I: inversor del sentido en declinación.



Figura 2.  
Ajuste bisinfin-sector circular.  
P: placa soporte del bisinfin.  
E: eje del rodamiento.  
R: rodamiento (interior a la placa circular).  
M: muelle de apoyo continuo.

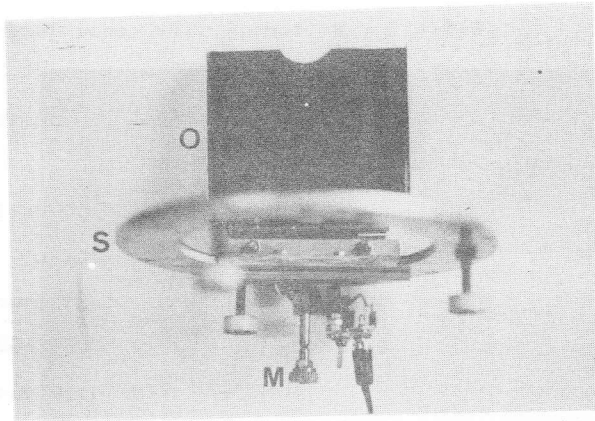


Figura 3.  
Soporte circular giratorio.  
S: soporte.  
O: obturador.  
M: mando del obturador.

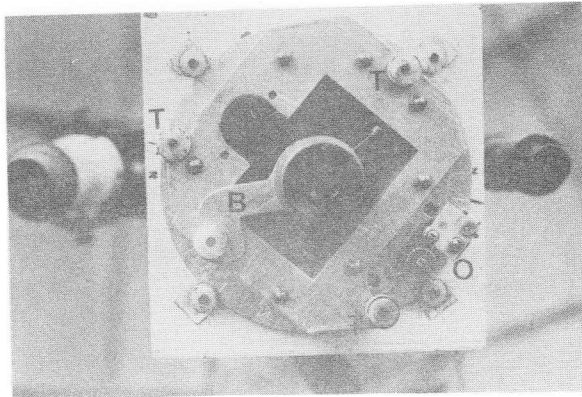


Figura 4.  
Dispositivo de enfoque.  
B: brazo del porta-ocular.  
T: tornillos de fijación al soporte circular.  
O: mandos del obturador.

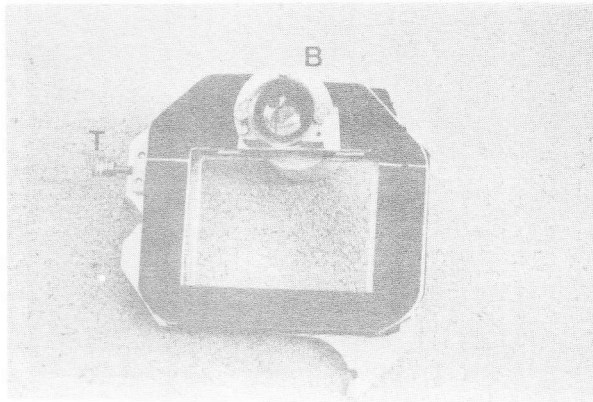


Figura 5.  
Soporte de los chasis.  
B: lente de Barlow.  
T: tornillo para desplazar el chasis.

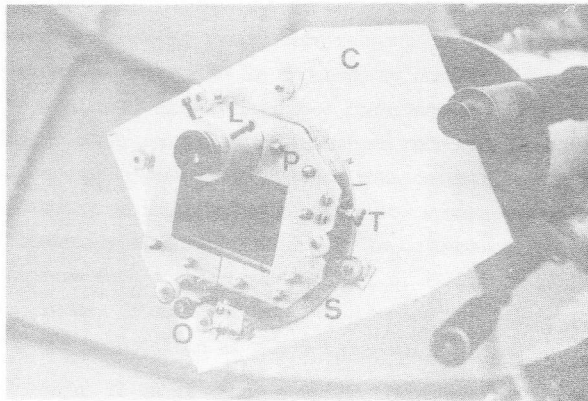


Figura 6.  
Cuerpo de la cámara.  
C: cuerpo.  
S: soporte circular.  
O: obturador.  
P: porta chasis.  
L: ocular lateral.  
T: tornillo desplazamiento chasis.

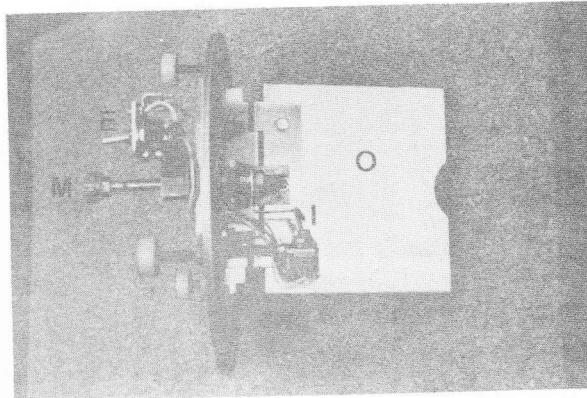


Figura 7.  
Detalle del dispositivo de obturación.  
O: placa de obturación.  
M: mando exterior.  
E: interruptor exterior (conmutado con I).  
I: interruptor interior (conmutado con E).