

PRÁCTICAS EXTERNAS

4º Grado en Física

# Informe sobre el estado del Observatorio Astronómico de la UAM

*Estudiante: Javier Mateo Moreno*

*Tutor: Yago Ascasibar Sequeiros*

Febrero 2017

*Esta página ha sido intencionalmente dejada en blanco*

# Índice

<b>Introducción</b>	<b>5</b>
<b>TJM</b>	<b>6</b>
Óptica	6
Mecánica	9
Electrónica	11
Primeros resultados	12
<b>Inventario</b>	<b>15</b>
Telescopios y monturas	15
Instrumentos de medida	16
Accesorios	17
<b>Conclusiones y sugerencias</b>	<b>19</b>
<b>Agradecimientos</b>	<b>20</b>
<b>Contactos</b>	<b>20</b>

*Esta página ha sido intencionalmente dejada en blanco*

# Introducción

El Observatorio Astronómico de la Universidad Autónoma de Madrid se encuentra en la 7ª planta del módulo 15 de la Facultad de Ciencias. Consta, por un lado, de una sala de ordenadores, utilizada por miembros del Grupo de Astrofísica del Departamento de Física Teórica, así como por estudiantes de grado y posgrado para la realización de simulaciones numéricas y el análisis y reducción de datos astronómicos. Por otro lado, alberga el Telescopio Jerónimo Muñoz (TJM), construido en el año 1989 por la empresa IMVO, así como una importante cantidad de material adquirida a lo largo de los años para la realización de las prácticas de laboratorio de la asignatura de Astrofísica de la extinta titulación de Licenciatura en Física. Debido fundamentalmente al acuerdo con el Centro Astronómico Hispano-Alemán de Calar Alto para la realización de dichas prácticas, así como el aumento de la contaminación lumínica de Madrid y la falta de recursos humanos para la operación y mantenimiento del TJM, las actividades de observación se suspenden aproximadamente en torno al año 2005, manteniéndose únicamente el uso de los ordenadores para el tratamiento y análisis de datos.

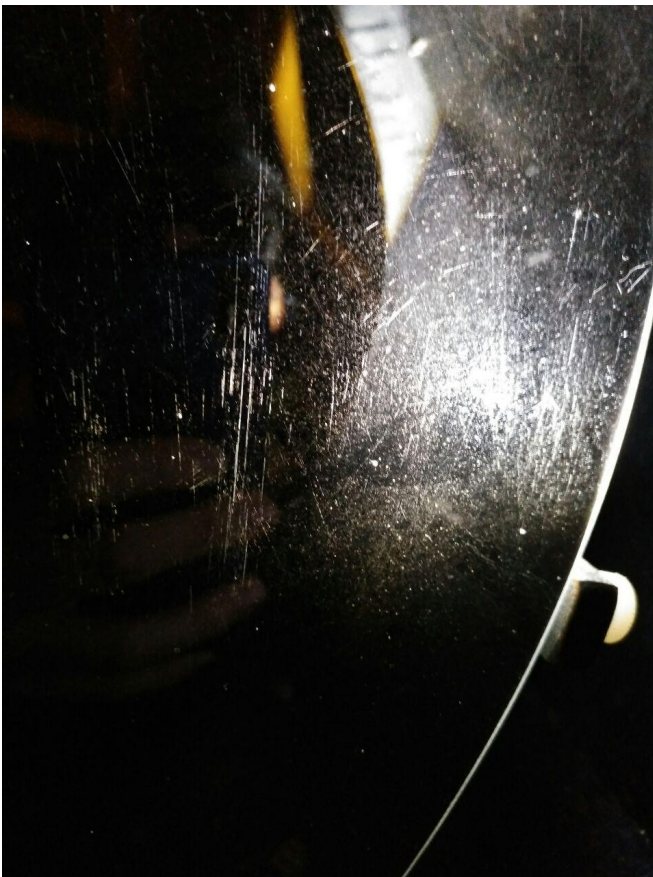
El presente informe forma parte de los trabajos de reapertura del Observatorio Astronómico por parte del Grupo de Astrofísica, en colaboración con la Agrupación Astronómica Antares. Las primeras labores de inventariado y limpieza comenzaron en enero de 2016. Este informe, redactado en febrero de 2017, dejar constancia del trabajo realizado por el estudiante durante las Prácticas Externas llevadas a cabo en las instalaciones del Observatorio, cuyo objetivo principal consiste en inventariar todo el instrumental que se halla dentro de él, describir de forma completa el estado en que se encuentra y garantizar su adecuado funcionamiento de cara al futuro. Ha sido de especial ayuda para la realización de esta puesta a punto la información que se encontraba en el proyecto TJM2000 (Diploma de Estudios Avanzados de Víctor M. Casanova) y algunos guiones de las prácticas que se realizaban en el pasado.

# TJM

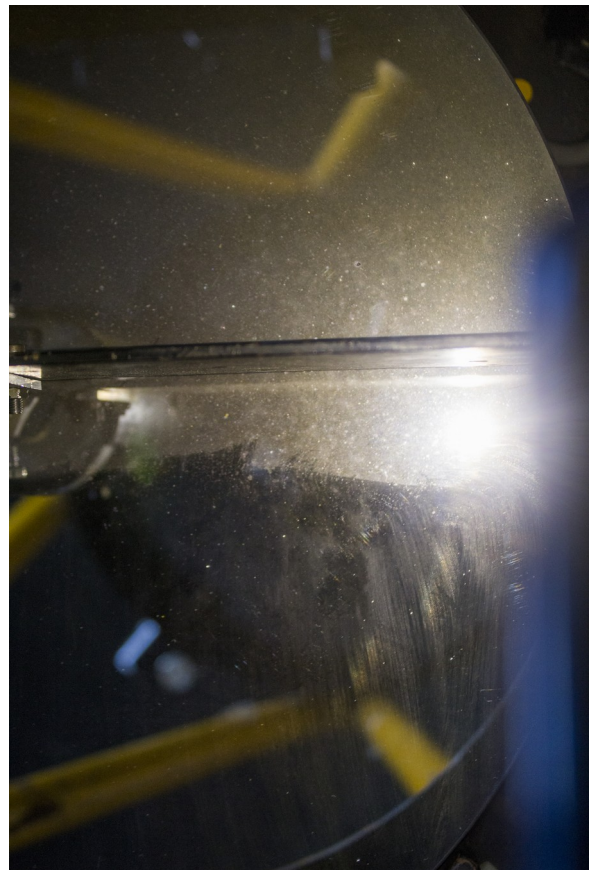
El telescopio Jerónimo Muñoz es el instrumento principal del Observatorio. En esta sección se resume su estado actual, después de las operaciones de mantenimiento llevadas a cabo durante las prácticas.

## Óptica

El TJM posee un espejo principal parabólico de 504 mm de diámetro y admite la utilización en los focos Newton y Nasmyth.



*Figura 1: Pérdidas de aluminizado en el espejo primario*



*Figura 2: Reflexión en las regiones limpia y sucia*

El espejo primario presenta pérdidas de aluminizado en la superficie, que afectan a su reflectancia y harían conveniente su sometimiento a un proceso de realuminizado. La figura 1 muestra una imagen donde se aprecian dichas pérdidas. Las líneas donde se ha deteriorado el recubrimiento metálico no son visibles a simple vista, siendo necesario iluminar el espejo por detrás para ver las zonas de transmisión de luz.

Por lo demás, el espejo primario se encuentra en buen estado y sólo ha requerido de una limpieza para funcionar correctamente. **Importante:** la limpieza del espejo primario ha de realizarse con agua destilada y algodón con el fin de arrastrar el polvo sin arañar el aluminizado y no dejar residuo cuando se evapore el agua. Además se puede ayudar de un secador que ayude a evaporar el agua más rápidamente.

Al inicio de las prácticas se intentó realizar una medida de la reflexión de la luz en una región del espejo limpia y una sucia. Sorprendentemente la reflexión de la parte sucia era mayor, y tras varias repeticiones y variaciones del método de medida se llegó a la conclusión de que la dispersión de la luz incidente sobre el polvo depositado en superficie aumentaba la cantidad de luz reflejada. Al limpiar el espejo, la reflectancia disminuyó, eliminando una componente de luz difusa que impedía tener un correcto enfoque. En la figura 2 se muestra una imagen del espejo con la zona limpia y sucia claramente diferenciadas. En la zona inferior (limpia) se puede ver el reflejo con nitidez, mientras que en la superior el polvo acumulado refleja la luz de la linterna.

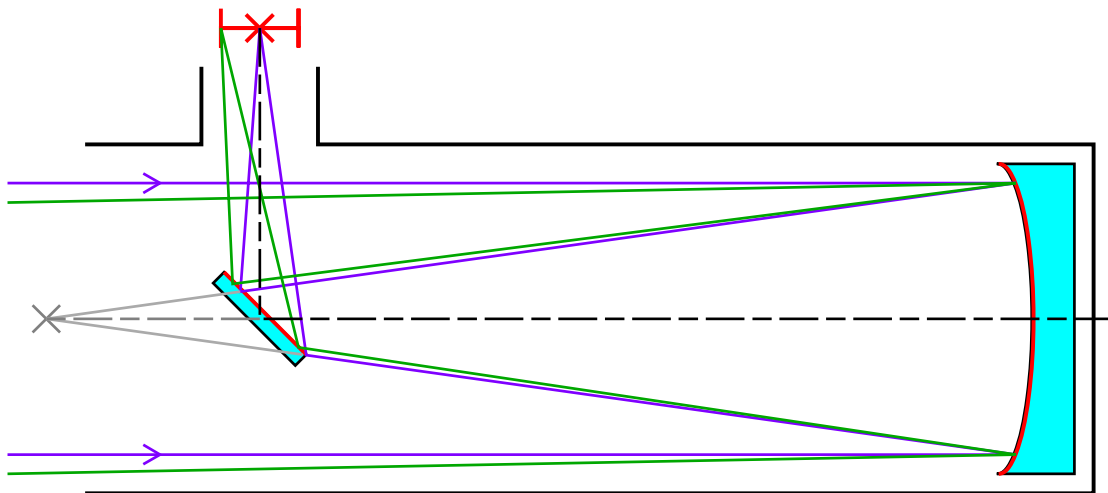


Figura 3: Esquema del foco Newton

El foco Newton (figura 3) está compuesto por 2 espejos: el espejo primario, parabólico, y un segundo espejo plano, situado unos pocos centímetros antes del foco, que reflejan la luz por un lateral del telescopio en la parte superior. El alineado de este foco se realiza introduciendo un colimador láser en el portaoculares y moviendo el espejo secundario hasta que el láser incide en el centro del espejo primario. Después, se mueve el espejo primario con los 3 tornillos de la base hasta que el rayo láser vuelve hasta el centro de la diana en el colimador.

El foco Newton tiene las ventajas de una menor pérdida por reflexión y una mayor simplicidad. Sin embargo, la posición de observación o de la CCD es muy poco accesible e inestable, siendo prácticamente imposible el contrapesado, por lo que el instrumental (CCD, espectrógrafo, etc.) en foco Newton generaría torsiones que afectan a la calidad de imagen. La distancia focal es de 2,5m y tiene una relación focal de  $f/5$  (comparable a la de un telescopio convencional), por lo que capta regiones muy amplias del cielo con una gran luminosidad. Esto lo convierte en un foco poco recomendable salvo para casos particulares muy determinados. Por otro lado, el espejo plano para foco Newton se encontró montado en el telescopio y sin ningún tipo de protección. No se encuentra en buen estado, y sería necesaria su sustitución.

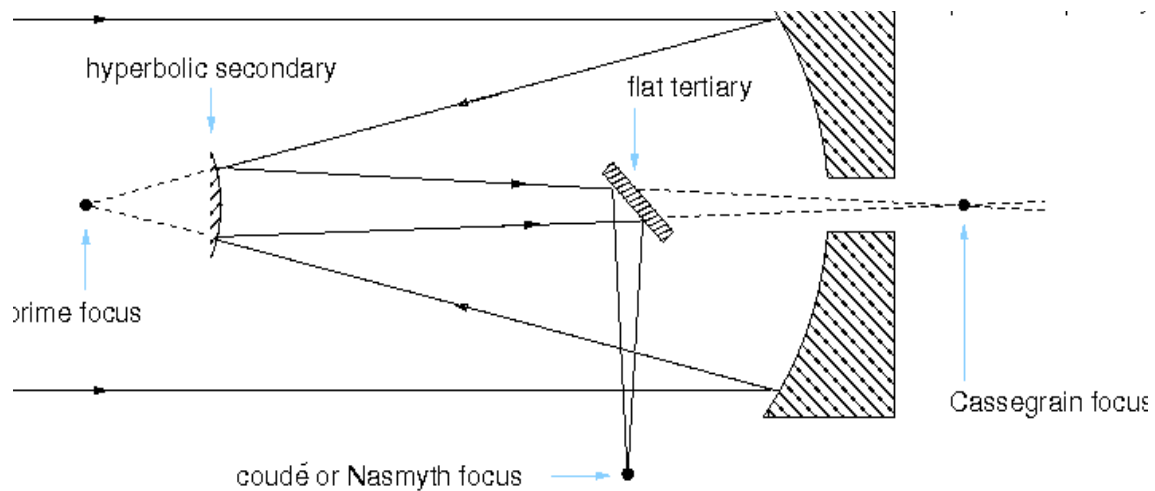


Figura 4: Esquema del foco Nasmyth

El foco Nasmyth (figura 4) está compuesto por 3 espejos: el espejo primario parabólico, uno secundario hiperbólico, ubicado unos centímetros antes del foco del espejo primario, y uno terciario plano que deja salir la luz por un lateral del telescopio. Este montaje es muy similar al foco Cassegrain por el uso del espejo secundario hiperbólico, que extiende la distancia focal y por tanto, aumenta la relación focal. Comparativamente respecto al foco Cassegrain es menos luminoso por tener tres reflexiones en lugar de dos. A cambio, la posición de observación o de los instrumentos de medida es mucho más cómoda y permite un contrapesado más preciso para evitar fuerzas que puedan dar lugar a aberraciones de coma. Este montaje nos da una distancia focal de 11 m y una relación focal de  $f/22$ . Por tanto este foco es poco luminoso pero nos permite estudiar objetos pequeños en el cielo.

El colimado de este foco se puede realizar de forma sencilla mediante un colimador holográfico (del que no se dispone en el Observatorio), o bien con uno ordinario, válido para foco Newton, llevando a cabo las siguientes operaciones: En primer lugar, se introduce el colimador en el portaoculares y se mueve el espejo secundario de forma que el láser incida en el centro del espejo hiperbólico. Una vez se ha conseguido esto, se mueve el espejo terciario hasta que haz del láser vuelva siguiendo la misma trayectoria que ha realizado de ida. Este proceso se repite las veces que haga falta hasta que el láser incida en el centro de la diana del colimador. Una vez se encuentran los espejos secundario y terciario alineados, se busca una estrella en el cielo y se centra en el ocular. Después la desenfoCAMOS de forma que se vea el patrón de difracción de la estrella, generando una imagen de anillo. Si este anillo es circular, el telescopio se encuentra correctamente colimado; si se aprecian deformaciones, es necesario ajustar iterativamente los tres tornillos del espejo principal. **Importante:** durante el movimiento del espejo se puede perder la estrella del centro del ocular. Es necesario recolocarla en cada paso, puesto que todos los oculares generan coma en los bordes. En caso de disponer de un colimador holográfico, el colimado del espejo primario sería mucho más sencillo, teniendo que comprobar únicamente que la luz reflejada por el espejo primario tuviera forma circular y que el rayo central sigue la misma trayectoria de ida y vuelta.

Con la configuración actual, el camino óptico sería adecuado para funcionar a foco primario con una CCD. Para utilizar una cámara réflex, donde el sensor está situado a una mayor profundidad dentro del dispositivo, es necesario desmontar la anilla de plástico del extremo del portaoculares para posicionar el sensor en el foco. Sería conveniente estudiar la posibilidad



de alterar ligeramente la posición del espejo secundario o bien instalar un portaoculares más corto, aunque cualquiera de estas opciones podría plantear problemas para la observación a simple vista.

## Mecánica

El Telescopio Jerónimo Muñoz se encuentra dentro de una cúpula de movimiento eléctrico, accionado manualmente desde un mando que no dispone de control de velocidad. Durante el movimiento de la cúpula no se pueden tomar imágenes con el telescopio a causa de las vibraciones que se generan en el suelo, por lo que la máxima exposición de fotografía que se puede hacer con este instrumento queda determinada por el tiempo que se puede estar sin mover la cúpula. Este tiempo es de algunos minutos y depende de la posición del telescopio.

El TJM se ubica sobre una montura ecuatorial sobrepuesta en el suelo y no sobre una viga o sobre una losa de hormigón. Esto no tiene por qué suponer un problema si no hay personas moviéndose en el observatorio, pero el movimiento de una sola persona genera vibraciones que distorsionan severamente la imagen. El alineamiento de la montura es adecuado y permite seguir objetos en el cielo moviendo únicamente el eje de ascensión recta. Si fuera necesario corregir la alineación en un futuro, existen unos tornillos en la base de la montura que le permiten pivotar de izquierda a derecha, si bien falta un fulcro que haga de eje de giro. Este problema se podría solucionar realizando un taladro en el suelo e insertando una barra metálica. La elevación y nivel del TJM pueden ajustarse mediante dos tornillos de altura que se encuentran en el lateral de la montura. Sin embargo, debido al peso del telescopio es muy improbable que la montura se pueda desalinearse de su posición y no es recomendable intentar ninguna labor de alineado, sobre todo teniendo en cuenta que dichos problemas podrían solucionarse mediante software caso de llegar a producirse.

La estructura del telescopio es relativamente ligera y presenta algunas holguras, pero después de muchas horas de observación se ha podido comprobar que es un mecanismo suficientemente rígido y estable. El movimiento de la montura se descompone en 2 ejes diferenciados: el eje de ascensión recta, controlado por un motor paso a paso, y el eje de declinación, que cuenta con un motor de corriente continua.

El movimiento del eje de declinación (figura 5) es muy simple. Un motor de corriente continua, acoplado a una reductora, actúa sobre un tornillo sin fin que se encuentra engranado a una rueda dentada fija en la montura. Al final del tornillo sin fin (a la izquierda en la figura) hay un disco donde se encuentra una correa de transmisión conectada a un codificador de posición. Este es el sistema original que se encontraba montado en el telescopio en el momento de su construcción, y no resulta óptimo puesto que los motores de corriente continua presentan pequeñas variaciones en su velocidad. Este problema se resolvió a través del codificador de posición, pero este método no es demasiado preciso. En su momento, el estudiante de posgrado Víctor Casanova presentó un proyecto detallado para implementar un motor paso a paso en este eje, aunque por razones técnicas no llegó a salir adelante. **Importante:** en el presente informe nos gustaría dejar constancia de que esta opción tampoco está exenta de dificultades. La más relevante es tal vez que un motor paso a paso no tiene torque de retención al desconectarse. Por tanto, tendría que permanecer permanentemente conectado a fin de compensar el par generado por el peso del telescopio. De lo contrario, éste podría girar y

provocar un accidente. Se podría investigar esta cuestión en mayor detalle, desmontando las piezas más pesadas y estudiando el contrapesado en el eje de declinación. Esta labor no es trivial y en caso de hacerla habría que tomar las medidas de seguridad necesarias y contar con unas herramientas capaces de soportar el peso del telescopio sin contrapesar. Puesto que los problemas que genera el motor de corriente continua no son especialmente graves, consideramos que no es recomendable realizar esta tarea por el momento.



Figura 5: Motorización del eje de declinación

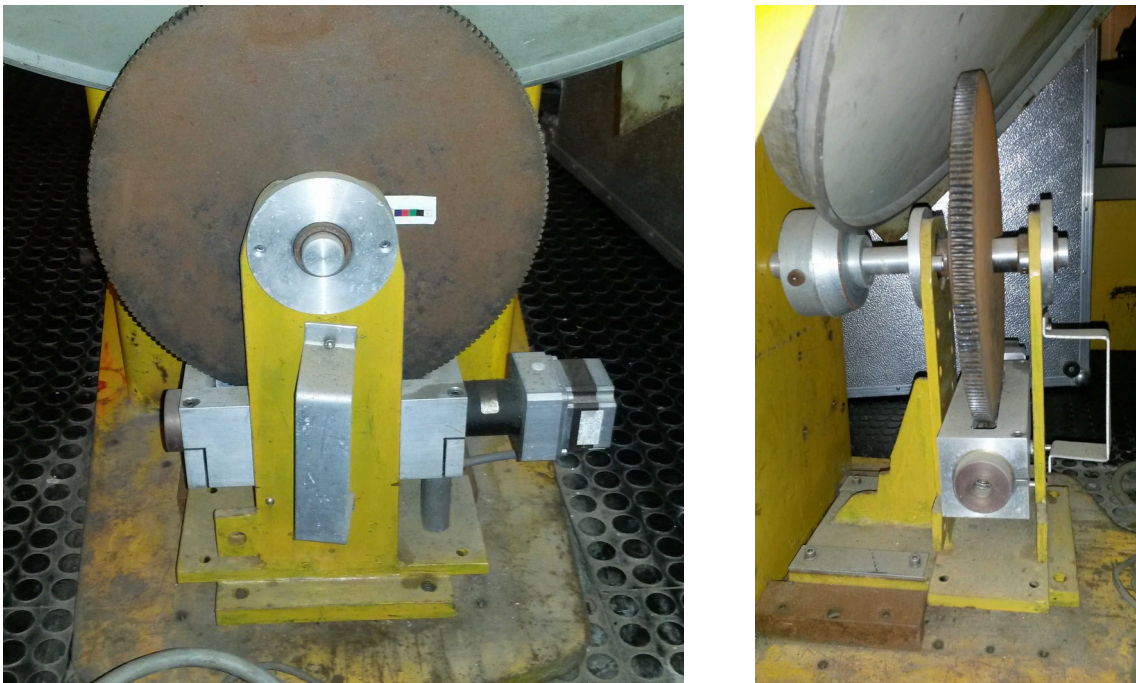


Figura 6: Motorización del eje de ascensión recta, vista frontal (izquierda) y lateral (derecha)

El eje de ascensión recta (figura 6) se controla mediante un motor paso a paso de 8 bobinas conectadas en grupos de 2 (una bobina y su opuesta). Dicho motor se encuentra montado en una bancada y su movimiento se transmite a una reductora. Ésta acciona un tornillo sin fin

conectado a una rueda dentada, cuyo movimiento se transmite a un cono truncado (en el extremo izquierdo de la vista lateral), unido por fricción a un disco de radio mayor que mueve el telescopio. La reducción total desde el motor de ascensión recta hasta el telescopio es de 21.000 aproximadamente. El sistema dispone de un embrague que permite mover este eje libremente y que se maneja girando una rosca ubicada en el lado de los contrapesos. La bancada que transmite el movimiento es capaz de bascular desde el lado más cercano a la montura, pudiendo generar más o menos fricción entre el cono y el disco. Un inconveniente de este montaje es que al estar basado en la fricción no se puede asegurar que en algunas zonas determinadas el disco tenga menor contacto y se pierda movimiento, lo que conlleva un cierto error en la posición. Además, en algunos casos la fricción genera un ruido bastante elevado incluso a velocidades bajas.

## Electrónica

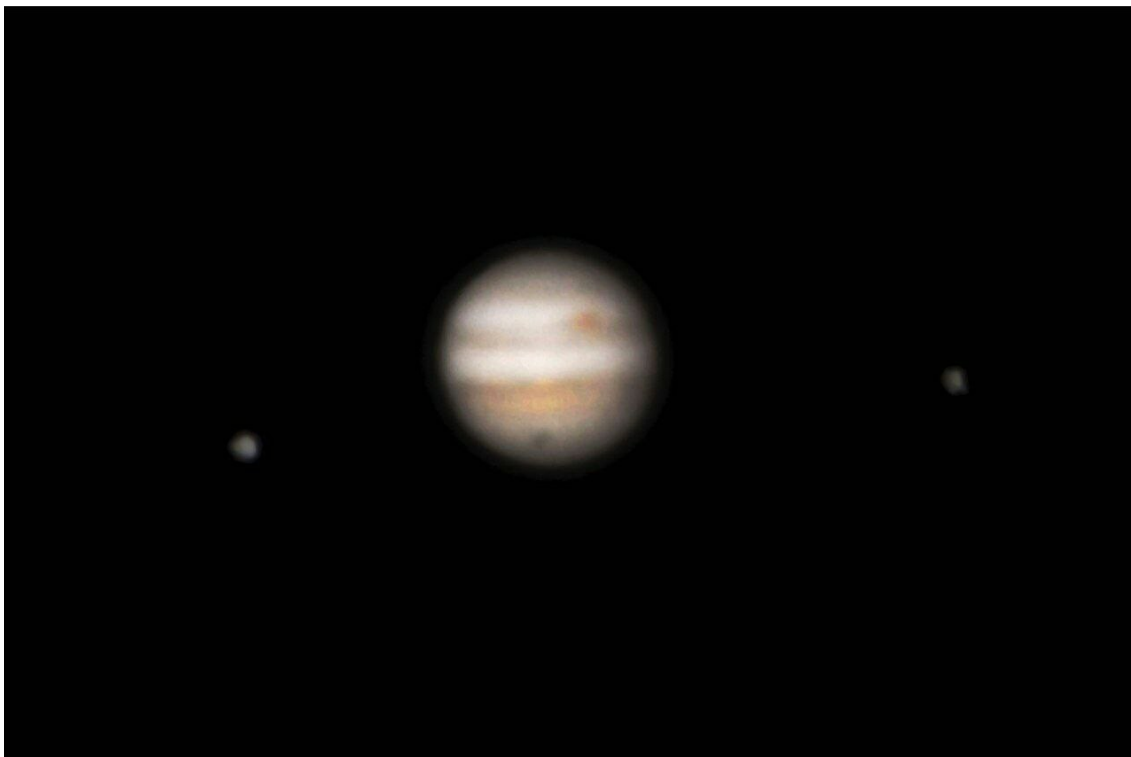
La única electrónica que se utiliza en el TJM es una controladora Astro Electronic FS2 (un dispositivo especializado para el posicionamiento de telescopios), que funciona en el eje de ascensión recta porque sólo es compatible con motores paso a paso. El eje de declinación se maneja manualmente a través de un conmutador de 3 posiciones y dispone de un codificador de posición que se podría conectar a la controladora aunque el movimiento siguiera siendo manual.

A medio plazo, sería conveniente unificar el movimiento de los motores y los codificadores de posición en un mismo aparato para poder hacer búsqueda, seguimiento y autoguiado de objetos celestes. Una primera opción pasaría por comunicar el motor de corriente continua en el eje de declinación con la controladora FS2, utilizando para ello un controlador de motores y una placa Arduino. Esto dejaría la controladora FS2 completamente usable, con todas sus funciones (alineación, guiado, autoguiado, catálogo de objetos, etc.) disponibles. Por otro lado, se puede pensar en un proyecto más ambicioso donde sea un único dispositivo Arduino el que controle los dos motores y el codificador de posición. Esta segunda opción daría mucha más versatilidad y sería más abierta y clara de cara al usuario del telescopio, que sabría en todo momento qué hace el instrumento y podría escribir software específico para las necesidades que le fueran surgiendo. En un caso ideal, se podría unificar todo en una caja dentro de la bancada y manejarse de forma inalámbrica a través de un mando. También se podría llegar a incluir en el sistema un control automatizado de la cúpula o un disparador remoto para la cámara de fotos. Este sistema tendría un coste asumible (inferior a 150 euros) y la única complejidad residiría en escribir el software. De poder obtenerse esto, se tendría un sistema modular que podría ir creciendo y adaptándose a las nuevas tecnologías que vayan surgiendo.

## Primeros resultados



*Figura 7: Imagen de la Luna.*



*Figura 8: Exposición de 60 s (con seguimiento) de Júpiter.*

La primera imagen tomada con el TJM se realizó a foco primario, utilizando el foco Nasmyth, antes de limpiar y colimar el espejo principal. Tampoco se tenía motorización, por lo que sólo se podían hacer fotos de exposición muy breve. El único objeto fotografiable bajo estas condiciones era la luna. En la Figura 7 se muestra una de estas primeras imágenes, que dista mucho de la calidad que puede obtenerse en las condiciones actuales. Tras haber instalado la controladora FS2 y la motorización en el eje de ascensión recta, se realizaron varias fotografías para evaluar las condiciones ópticas del telescopio. Gracias al seguimiento, se llegaron a alcanzar exposiciones estables de hasta un minuto de duración, como la imagen de Júpiter de la figura 8, realizada a través de proyección con ocular.



*Figura 9: Imagen del Trapecio de la Nebulosa de Orión.*

Con el telescopio correctamente colimado y limpio se realizó la fotografía de la nebulosa de Orión presentada en la figura 9, realizada mediante una única toma a foco primario utilizando el foco Nasmyth, con ISO 1600 y tiempo de exposición de 15 segundos. Además de las estrellas del Trapecio, la calidad de la imagen permite distinguir también el gas de la nebulosa, mucho más tenue que éstas. El gran tamaño aparente de las estrellas se debe a la exposición relativamente larga de la fotografía, necesaria para poder captar la emisión del gas, que produce un efecto de saturación alrededor de las fuentes más brillantes.



*Figura 10: Cúmulo globular M5.*

Por último, la figura 10 muestra una imagen del cúmulo globular M5. Este objeto se encuentra 15 veces más lejos que el Trapecio y la gran mayoría de sus estrellas son intrínsecamente menos luminosas. Su brillo aparente es, por tanto, mucho menor, y ha sido necesario utilizar la máxima sensibilidad de la cámara (que corresponde a ISO 12.800) durante un tiempo de exposición de 9 segundos. Si bien esta sensibilidad introduce una cantidad considerable de ruido, que podría ser mitigable utilizando un dispositivo con mejores prestaciones, la nitidez de la imagen demuestra la capacidad del telescopio para realizar exposiciones de calidad de objetos de cielo profundo.

# Inventario

## Telescopios y monturas

### Telescopio Meade LX200

Distancia focal 3048 mm. Diámetro 12". Telescopio Schmidt-Cassegrain en estado adecuado salvo un pequeño defecto en el freno. Permite obtener imágenes de muy alta nitidez. **Importante:** es imprescindible desbloquear el espejo antes de enfocar a fin de no perder el colimado. Cuenta con su propio trípode y la montura es de tipo altazimutal en forma de horquilla, si bien dispone de un accesorio para poder utilizarla como ecuatorial y poder tomar imágenes largas. Se recomienda reparar el freno para poder aprovechar la posibilidad de efectuar seguimiento motorizado.

### Telescopio Celestron C11

Distancia focal 2800 mm. Diámetro 11". Telescopio Schmidt-Cassegrain en estado óptimo, se utiliza actualmente con buenos resultados, instalado en una montura Skywatcher EQ6 cedida temporalmente por la Agrupación Astronómica Antares.

### Telescopio Celestron C5

Distancia focal 1250 mm. Diámetro 5". Telescopio Schmidt-Cassegrain en estado óptimo. Excelente calidad de imagen para observación directa y/o fotografía a objetos luminosos e imágenes planetarias a través de proyección por ocular. No es adecuado para fotografía a foco primario porque funciona únicamente con oculares de 1"  $\frac{1}{4}$ , y no es demasiado conveniente para fotografía de objetos débiles por su pequeño diámetro y no ser compatible con monturas go-to. Se utiliza sobre una montura Skywatcher EQ5, igualmente cedida de manera temporal por la Agrupación Astronómica Antares. En el pasado se ha utilizado también como telescopio de guiado del C11.

### Telescopio refractor

Distancia focal 1300 mm. Diámetro 10 cm. Originalmente diseñado para el guiado del TJM, la primera lente tiene una gran acumulación de suciedad y no se encuentra en las mejores condiciones para su utilización.

### Montura Skywatcher EQ6 y trípode

Montura motorizada, sin go-to y averiada. Funciona correctamente en modo manual. Se recomienda sustituir la motorización por una moderna que además disponga de go-to.

## Instrumentos de medida

### CCD

El Observatorio cuenta con una serie de CCDs para autoguiado y fotografía, cuyas características técnicas se resumen en la siguiente tabla:

CCD	Resolución	Tamaño sensor (mm)	Tamaño píxel (micras)
SBIG ST-4	192 x 165	2,64 x 2,64	13,75 x 16
SBIG ST-6 (x2)	375 x 242	8,63 x 6,53	23 x 27
SBIG ST-8XE	1530 x 1020	13,8 x 9,80	9 x 9

Algunos de estos dispositivos eran punteros en el momento de su adquisición pero se han quedado obsoletos con el paso del tiempo y el rápido avance de este tipo de tecnología. Concretamente, el modelo ST-4 requiere conexión a un ordenador con sistema operativo MS-DOS para poder tomar imágenes (es compatible con sistemas Windows hasta Windows 98) a través de un puerto serial RS232 (a una velocidad máxima de 57,6 Kbaudios, la transmisión de una imagen dura alrededor de 6 segundos). El modelo ST-6 es considerablemente más avanzado. Admite rueda de filtros, y su CPU interna permite realizar correcciones de autoguiado al mismo tiempo que toma las imágenes, así como realizar la suma de las distintas fotos que realiza. Sin embargo, tampoco existe software compatible para la comunicación con el ordenador, y hoy en día es fácil encontrar CCD con mucho mejores prestaciones en el mercado.

El modelo SBIG ST-8XE puede conectarse a un ordenador con Windows 7 a través de un puerto USB y funcionar con el programa CCDOps. Dispone de una rueda de filtros que se controla con el mismo programa, si bien uno de los que se hallan actualmente montados no está en perfecto estado. Cuenta con dos sensores en su interior (uno para tomar las imágenes y otro para autoguiado) y la refrigeración funciona de manera correcta. Se ha conseguido hacer funcionar esta CCD y en principio podría seguir usándose para tomar imágenes con buenos resultados, aunque en tal caso sería muy recomendable reparar el obturador mecánico, puesto que en muchas ocasiones no retrocede adecuadamente. Tiene un peso considerable, y sería razonable sustituirla por un instrumento más moderno, ligero, y que no necesitase fuente de alimentación externa.

### Cámaras de película fotográfica

2 Cámaras Réflex Nikon FM2 de carrete con objetivos de focal fija  $f=50\text{mm}$   $F/1,8$  y  $f=200\text{mm}$   $F/4$ . Se recomienda sustituir por cualquier cámara réflex moderna. La película fotográfica no es conveniente para astronomía, debido a la dificultad para procesar las imágenes obtenidas.



### Cámara de vídeo Canon EX1

Admite objetivos intercambiables y permite realizar video a foco primario. El formato de grabación es en cinta magnética y el sensor es demasiado pequeño (1 cm aproximadamente; no se encuentra documentación y no se puede medir por estar protegido). Sería posible grabar vídeo con esta cámara, pero el peso podría generar fuerzas en la montura y telescopio. una vez más, se recomienda grabar los vídeos con una cámara réflex digital (mejor resolución, campo de visión, peso, sensibilidad y posibilidad de procesar los datos).

### Fotómetro Optec SSP-3

Dispone de dos filtros B y V para poder realizar medidas del índice de color. Admite ganancia de 1, 10 y 100 y escalas de tiempo de 1 y 10 segundos. Los resultados se expresan en una pantalla en el propio aparato. Tiene una batería que debido a la edad se ha quedado sin autonomía.

### Fotomultiplicador con contador de fotones

Fabricante y modelo no indicados. Dispone de distintos diafragmas para seleccionar la fuente de luz que nos interese. La fuente de alimentación y la controladora del contador no funcionan correctamente.

## **Accesorios**

### Espectrógrafo SBIG SGS

Espectrógrafo que se acopla a una CCD de SBIG y proyecta el espectro sobre esta. Tiene un sistema de lentes y redes de difracción que permite distinguir líneas con una separación de 8 Angstroms en baja resolución y 2,2 en alta. Se requiere un estudio más detallado para determinar si se encuentra operativo y en qué condiciones.

### Rueda de filtros SBIG CFW-8A

Rueda de filtros electrónica con 5 filtros distintos y un espejo acodado para poder observar con un ocular sin tener que desmontar el sistema. Se recomienda conservar como recambio de la rueda de filtros para la CCD ST-8XE.

### Láser de He-Ne Uniphase

Genera un haz muy estrecho y no demasiado intenso. Es posible que, a pesar de su tamaño (y de conectarse a una fuente de alimentación externa de 12V), se haya utilizado en algún momento para colimar telescopios. Hoy en día, resulta más práctico un puntero a pilas. Caso de invertir en un instrumento de este tipo, lo más adecuado sería un colimador holográfico.

### Fuentes de alimentación

Fuente de alimentación de 12V. Se utiliza para el motor de declinación del TJM.

Fuente de alimentación de Voltaje variable 0-35V con ajuste fino, limitación de corriente e indicador de voltaje y corriente. Se utiliza para la controladora y motor de ascensión recta.

Cargador de baterías de 12V.

### Lámparas espectrales

Lámparas espectrales de Helio y Neon para calibrar el espectrógrafo con sus líneas de emisión.

### Ópticas y filtros

Ocular Celestron 45mm Ultima series 2"

Ocular Celestron 30mm Ultima series 1 ¼"

Ocular Celestron 24mm Ultima series 1 ¼"

Ocular Celestron 18mm Ultima series 1 ¼"

Ocular Celestron 12,5mm Ultima series 1 ¼"

Ocular Celestron 5mm Ultima series 1 ¼"

Ocular Celestron micro guide (Reticulado) 1 ¼"

Ocular Plössl 55mm 2"

Ocular Meade 26mm Super Plössl 1 ¼"

Ocular Kellner 25mm 1 ¼"

Ocular Erfle 20mm 1 ¼" (dos oculares distintos con distinto campo de visión)

Ocular GEN 10,5mm

Ocular Meade 9mm Reticulado e iluminado 1 ¼"

Barlow 3x 1 ¼"

Barlow apocromático 2x Meade 1 ¼"

Reductor de focal Meade series 4000 a f/6,3 y a f/3,3

Corrector de coma 2"

Crucetas para cada telescopio

Máscaras de enfoque para el TJM

Redes de difracción de reflexión

Varios juegos de filtros Celestron de banda ancha (R, G, B, Y, IR y neutro).

Filtros solares en forma de tapa para el telescopio Meade y el C5 (levemente rayados)

Filtro solar para ocular (no recomendable, se puede sobrecalentar o quemar el espejo secundario).

Filtros polarizadores (suciedad acumulada entre los filtros debido a humedad)

# Conclusiones y sugerencias

En términos generales, cabe afirmar que el Observatorio Astronómico de la UAM se haya actualmente en un estado que permite su operación, especialmente para labores de divulgación, aunque se encuentra lejos de sus prestaciones óptimas, que permitirían un uso académico y científico del Telescopio Jerónimo Muñoz. Para ello, es de crucial importancia que se recupere la figura del antiguo becario del Observatorio; una persona que, de manera estable, se encargue de su operación y mantenimiento. Idealmente, debería existir un contrato de prácticas remuneradas de la OPE para estudiantes de Grado (similar al que se ha aprobado para el presente curso académico) para encargarse de las actividades de divulgación, y otro de Posgrado para encargarse de las cuestiones que requieren un alto grado de especialización técnica (óptica, mecánica y electrónica). En el aspecto material, sería recomendable acometer las siguientes actuaciones y mejoras:

## Infraestructuras

- Definir claramente el estatus del Observatorio dentro de la UAM y dotarlo de recursos adecuados para su mantenimiento.
- Acondicionar las dependencias del Observatorio a su uso actual, incluyendo medidas de impermeabilización del suelo de la planta superior.
- Dotar de teléfono y conexión inalámbrica (eduroam) al Observatorio.

## Equipamiento

- Adquirir al menos un montura ecuatorial moderna capaz de soportar el peso del C11 a fin de no depender del material de la Agrupación Astronómica Antares.
- Renovar completamente la instrumentación del observatorio, empezando por una cámara réflex de altas prestaciones y, llegado el momento, estudiar la posibilidad de sustituir la CCD.
- Unificar toda la electrónica a través de una única controladora Arduino.
- Adquirir una fuente de alimentación regulable para el motor de declinación.
- A medio plazo, destinar un ordenador al Observatorio, así como renovar material y accesorios, tales como por ejemplo las herramientas básicas de mantenimiento (destornilladores, llaves Allen, etc.), filtros (añadiendo alguno de banda estrecha), iluminación adecuada, etc.

# Agradecimientos

A Yago Ascasibar, por realizar los trámites pertinentes para obtener el acceso al Observatorio y actuar como tutor de las prácticas.

A Juan Antonio Higuera, de Segainvex, por la colaboración para la recuperación del FS2 y de diversas piezas de recambio.

A Víctor Manuel Casanova Escurín por su proyecto TJM2000, necesario para entender el diseño original del TJM y el estado del observatorio en el pasado.

# Contactos

Dirección institucional del Observatorio ([observatorio.astronomico@uam.es](mailto:observatorio.astronomico@uam.es))

Ángeles I. Díaz Beltrán ([angeles.diaz@uam.es](mailto:angeles.diaz@uam.es)), Catedrática del Departamento de Física Teórica.

Yago Ascasibar Sequeiros ([yago.ascasibar@uam.es](mailto:yago.ascasibar@uam.es)), Investigador Ramón y Cajal del Departamento de Física Teórica.

Javier Mateo Moreno ([javiermm1995@gmail.com](mailto:javiermm1995@gmail.com)), estudiante de Prácticas Externas del Grado en Física.

Asier Castrillo Verona ([asiercastrri94@gmail.com](mailto:asiercastrri94@gmail.com)), contratado en prácticas OPE para labores de divulgación.