

MANUAL TELESCOPIO MONS

OBSERVATORIO DEL TEIDE

Núñez Díaz, Manuel F.

11 de diciembre de 2007

INTRODUCCIÓN

A través de este manual se iniciará al usuario en las técnicas de observación con el telescopio **MONS** situado en el Observatorio del Teide (Las características del telescopio aparecen en el Apéndice A). Dichas técnicas se refieren a la *puesta en marcha, apuntado del telescopio y cierre de la instalación*.

El usuario del **MONS** ha de haber leído cuidadosamente este manual, así como haber realizado un trabajo previo a subir al observatorio (Apéndice B).

1. INICIO DE LA SESIÓN

En primer lugar, al llegar a las instalaciones se debe contactar con el operador, llamando al **922 329 125** o al móvil **650 699 514**. Si se hace desde un teléfono perteneciente a la red del observatorio se puede marcar **1125** ó **7702**, respectivamente. El operador proporcionará la información necesaria sobre el estado general de la instalación, así como sobre las condiciones meteorológicas (Apéndice C).

1.1. Encendido de la electrónica

Se trata de una función del operador nocturno (Apéndice C).

1.2. Tapas de la óptica

Para proteger la óptica del telescopio hay dos tapas, una para el telescopio principal y otra para el buscador. La maniobra para quitarlas o colocarlas tiene cierto peligro, debido a que el peso de ambas tapas descontrapesan el telescopio, luego se estará moviendo fuera del equilibrio. Los pasos a seguir son (Figura 1):

1. Partiendo del telescopio en posición vertical (Apéndice D) y apagado el motor de seguimiento (Apartado 1.5), situar la escalera al sur del pilar, de modo que la plataforma superior quede frente al telescopio.
2. Desembragar *DEC* (media vuelta es suficiente) y mover tirando de las asas negras bajo el telescopio (**¡nunca del ocular!**) y apuntar hacia el SUR (a una *DEC* en el intervalo $[-30^\circ, -40^\circ]$):

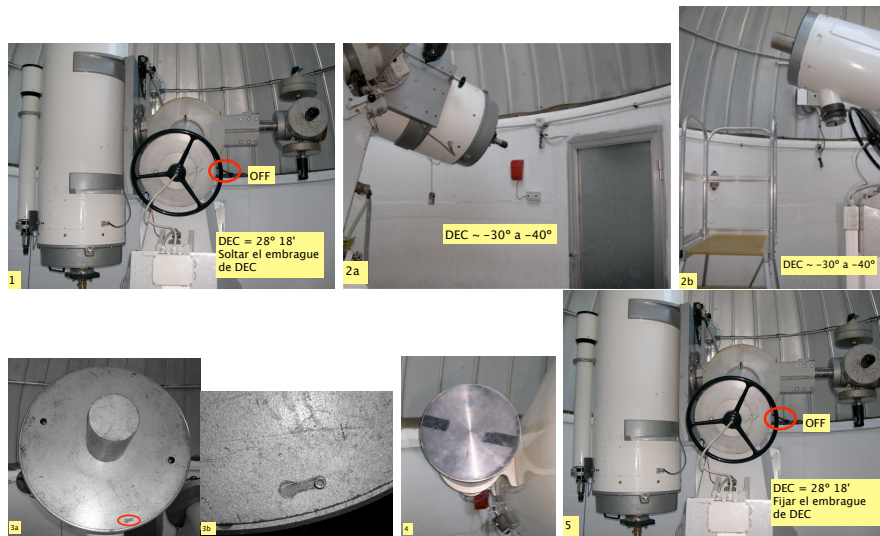


Figura 1: Pasos para quitar las tapas.

- a) ocular hacia la puerta (N);
 - b) parte superior del telescopio cerca de la plataforma (S), de modo que pueda extraerse (o colocarse) la tapa de forma cómoda.
3. Fijar SIEMPRE bien el embrague de declinación antes de subir a la plataforma y extraer (o colocar) la tapa del telescopio (OJO: pesa bastante).
 - a) La tapa posee dos tiradores negros y se apoya en tres tuercas.
 - b) Para sacarla se debe girar en sentido antihorario, de modo que las tuercas queden libres, y luego extraerla con mucho cuidado.
 4. Extraer también la tapa del buscador (no tiene rosca), quizás haya que mover la escalera para alcanzarla.
 5. Colocar las tapas en un lugar donde no estorbe el movimiento libre del telescopio, la escalera y/o a nosotros mismos. Soltar de nuevo el embrague de declinación, devolver el telescopio a su posición vertical ($DEC \sim 28^\circ$) y fijarlo.

1.3. Movimiento de la cúpula

Desde el cuadro situado en la pared sur se puede mover la cúpula en sentido horario (DERECHA) o anti-horario (IZQUIERDA). Para ello, debe encontrarse en modo manual (Ver Figura 2)

NOTA: Existe un mecanismo de seguridad para que la cúpula no se mueva si alguno de los interruptores de la pared está en uso o la puerta de entrada a la cúpula abierta.



Figura 2: Electrónica de control del azimut de la cúpula.

1.4. Apertura (cierre) de ventana y compuerta

El mecanismo de apertura de la cúpula tiene dos partes diferenciadas: *compuerta* y *ventana* (Figura 3: Izda.). Es común durante la noche tener que realizar esta maniobra más de una vez, pues si abrimos sólo la ventana no se puede observar objetos cerca del horizonte y, si se abren ambas, la compuerta no permitirá observar al cenit.



Figura 3: *Izda.-Dcha.:* Ventana abriéndose, donde 1 y 2 son los anclajes a la barra en 3 para abrir la compuerta; la cadena cuelga de 2. Caja de la electrónica para controlar ventana-compuerta. Imagen detallada de los botones anteriores. Mando de control de apertura

Los pasos para proceder a la apertura son los siguientes:

1. Mover la cúpula hasta que el cable que cuelga del cuadro situado en la misma quede cerca de alguno de los enchufes instalados en la pared.
2. Conectar el cable, abriendo la tapa del interruptor (Figura 3)
3. Decidir si se desea abrir:



- a) *únicamente ventana*: tirar y soltar la cadena de anclaje dejando libre la barra de la ventana;
 - b) *conjunto ventana-compuerta*: anclar a la barra tirando y soltando de la cadena.
4. Con el mando (Figura 3) apuntando a la caja situada en la cúpula pulsar el botón de ABRIR (o CERRAR, en su caso). Si se desea parar la apertura se presiona de nuevo el botón de ABRIR (para detener el cierre el botón de CERRAR).
 5. Si se abre o cierra completamente se para de forma automática.
 6. Desconectar el cable y cerrar correctamente la tapa del interruptor.

NOTA: En ocasiones hay que pulsar varias veces el mando para que cierre o abra, o puede ocurrir que el cuadro esté en modo manual. Abrir o cerrar en modo manual no se explica porque es muy sencillo. (Figura 3)

1.5. Motor de seguimiento

Para conectarlo sólo es necesario subir la palanca que se encuentra en la parte superior de la montura (Ver figura 4), a la izquierda mirando al telescopio desde la puerta de acceso a la cúpula (se oye claramente el ruido del motor).

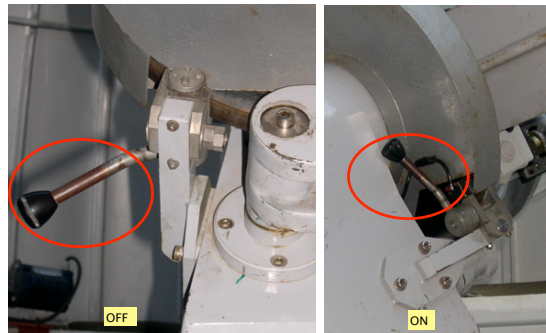


Figura 4: Palanca de conexión del motor de seguimiento.

NOTA: Si se ha seguido este manual paso a paso, éste es un buen punto para comprobar el contrapesado del telescopio y no recibir sustos durante el apuntado. Una vez con el telescopio vertical, sin tapas y con el motor de seguimiento encendido, presionar de forma continua el botón rojo de la raqueta de control del telescopio para soltar el embrague de AH. El telescopio no debería moverse si el contrapesado es correcto. De lo contrario, hay que soltar el botón inmediatamente para que se detenga y avisar al operador nocturno. Solamente Mantenimiento Instrumental puede cambiar el contrapesado.



2. APUNTANDO

Ya se tiene el telescopio preparado para realizar la observación y los métodos de apuntado son muy diversos.

- **Coordenadas**¹: usar las ruedas de declinación (DEC) y ángulo horario (AH).
- **Manual**: soltar ambos embragues y usar el buscador para reconocer el campo.
- **Método mixto**: fijar una coordenada del objeto y mover en la otra hasta que aparezca el campo en el buscador.

Este manual se detiene a explicar con detalle el primer método. El segundo requiere de mucha práctica y se complica bastante cuando no se ha visto nunca antes el objeto, el campo es pequeño o no se conocen estrellas de referencia para localizarlo bien. Es un buen reto (incluso divertido) apuntar a objetos reconocibles a simple vista como la Luna, planetas, estrellas brillantes, etc., con el segundo método, para hacerse una idea de la dificultad que entraña el apuntado manual.

NOTA: Es aconsejable comenzar la noche apuntando con este método de coordenadas a una estrella brillante que podamos distinguir a simple vista.

2.1. Posición del telescopio respecto al pilar

Esta es una maniobra que debe realizarse con mucho cuidado y prestando siempre especial atención, pues si no se hiciera correctamente podríamos desprender el espejo primario y/o rotura de cables (Ver Apéndice F). Como implica mucho peligro, y algo de tiempo, es importante realizarla el menor número de veces posibles durante la noche. Para ello, comenzar observando todos los objetos que se encuentren al oeste ($AR < TSL$), y posteriormente, los que estén al este ($AR > TSL$).

De forma general diremos que²:

- $AR > TSL \rightarrow$ telescopio en el meridiano oeste \rightarrow (**W**)
- $AR < TSL \rightarrow$ telescopio en el meridiano este \rightarrow (**E**)
- $AR \sim TSL \rightarrow$ indiferente (pero mejor al este) \rightarrow (**E**)

2.2. Declinación

Los pasos a seguir son (hay un ejemplo detallado en el Apéndice E.1):

1. Telescopio vertical.
2. Soltar manualmente el embrague de DEC (media vuelta es suficiente).

¹Ver Apéndice E.

²No siempre se cumple.



3. Mover hasta un valor aproximado a la *DEC* del objeto, de dos pasos:
 - a) grados;
 - b) minutos múltiplos de 6 más cercano.
4. Fijar el embrague para dejar fijo este eje.

2.3. Ángulo Horario

Esta rueda tiene mayor precisión, $0,5^m$, por lo que se debe ser lo más preciso posible con este disco. Esta coordenada se obtiene a partir de las siguientes ecuaciones:

$$\begin{aligned} \mathbf{AH}(W) &= \mathbf{TSL} - \mathbf{AR} (+ \mathbf{ERROR}) \longrightarrow \text{telescopio al oeste} \\ \mathbf{AH}(E) &= \mathbf{TSL} - \mathbf{AR} + 12^h 00^m (+ \mathbf{ERROR}) \longrightarrow \text{telescopio al este} \end{aligned}$$

El telescopio tiene un offset, que queda reflejado en la ecuación anterior como **ERROR**, y su valor aproximado es $1^h 55,5^m$. También se puede ver que el valor a determinar dependerá de la situación del telescopio con respecto al pilar.

Los pasos a seguir son (hay un ejemplo en el Apéndice E.2):

1. Calcular con las ecuaciones anteriores, según meridiano del telescopio, el *AH* del objeto para unos minutos después del *TSL*³ actual, de modo que se posea tiempo suficiente para apuntar antes de que el objeto llegue al valor calculado. Por ejemplo: $TSL' = TSL + 10^m$.
2. Presionar el botón rojo de manera continua, para dejar libre este eje (se escucha cómo se suelta).
3. Situar en el valor de *AH* calculado, de tres pasos:
 - a) horas;
 - b) minutos: el múltiplo de 4 más cercano por debajo;
 - c) minutos restantes (entre $0,0^m$ y $3,5^m$).
4. Mirar al reloj de *TSL* y nuestro valor *TSL'*.
 - a) $\mathbf{TSL} < \mathbf{TSL}'$ \longrightarrow estupendo, el objeto aún no ha pasado.
 - b) $\mathbf{TSL} > \mathbf{TSL}'$ \longrightarrow el objeto ya pasó por ese meridiano. Presionamos nuevamente el botón rojo y adelantamos unos minutos el disco de *AH* para que se invierta la inecuación.
5. Parar el motor de seguimiento, mover la cúpula hasta ver estrellas y esperar.
6. Mirando por el buscador (o el ocular, en su caso), se verá el objeto aparecer⁴. Conectar el seguimiento cuando esté lo más centrado posible.

³Esta hora se puede solicitar llamando al operador y colocando un reloj en la hora que nos indique, siendo lo más exactos posibles, y así no llamar para cada objeto. Durante una noche no variará suficiente como para no encontrar el objeto. También aparece en las cartas de visibilidad de *staralt*

⁴Ver el Apéndice G si no aparece el objeto.



2.4. Enfocando y centrando

2.4.1. Foco

Si no se ven estrellas en el campo y con seguridad se quitaron las tapas y movió la cúpula de modo que no quede obstaculizada la entrada de luz a la óptica del telescopio y buscador, entonces puede que estén fuera de foco.

Los mecanismos para hacer foco son los que se pueden ver en la figura 5. En el caso del foco del telescopio consiste en un mecanismo manual o automático compuesto por dos pulsadores que, al ser presionados, acercan o alejan el espejo secundario. Para el foco del buscador se tienen dos ruedas, señaladas en la figura 5, usando 2 para dejar libre o fijo el tubo del ocular y con 1 hacer foco moviendo verticalmente el ocular del buscador.



Figura 5: Foco del buscador (izda.); foco manual (centro) y automático del telescopio (dcha.).

Los pasos a seguir son:

- Probar en una dirección durante unos segundos.
- Aparecen estrellas como anillos que se cierran → **dirección correcta.**
- Aparecen abriéndose (o no aparecen) → **dirección incorrecta.**
- Estrellas como puntos → **FOCO!!**

El foco depende, entre otras cosas, de la salud visual del observador, luego es mejor que cada persona haga un poco de foco en su turno de observación.

2.4.2. Centrado

Para centrar el objeto en el campo del telescopio los pasos son:

1. Está visible en el ocular del telescopio → se lleva con la botones de la raqueta para movimientos finos en ambas coordenadas (Figura 6).
2. No está en el campo del telescopio pero sí en el del buscador:
 - a) Encender la luz del retículo (Figura 6). La luz se enciende en 1 y girando 2 se controla su intensidad.
 - b) Si está cerca de la cruz, llevarlo con los botones de la raqueta.



Figura 6: Raqueta (Izda.); Luz del retículo (Dcha.).

- c) Si está lejos es más rápido soltar el embrague de *DEC* (o *AH*, en su caso) e intentar acercarlo lo máximo posible a la cruz del retículo evitando movimientos bruscos en los ejes y manteniendo siempre uno fijo, para si perdemos el objeto recuperarlo fácilmente.

NOTA: Si una vez centrado en el retículo no aparece en el ocular, se debe a que buscador y telescopio no están alineados. Avisar al operador de la incidencia.

3. CERRANDO

Antes de cerrar la instalación y aún con el telescopio apuntando al último objeto se debe llamar al operador para comunicarle que en breve se abandonará la instalación y las incidencias, si las hubo. El operador tiene que hacer una revisión rutinaria de uso, y quizás pueda en ese momento acercarse a la instalación y usar el último campo para comprobar enfoque, movimiento de la cúpula, luces, ...

Para cerrar (incluido cierre por condiciones meteorológicas adversas) los pasos son:

1. Cerrar Ventana-Compuerta. (Apartado 1.4)
2. Colocar el telescopio vertical y **quitar el seguimiento**. (Apartado 1.5)
3. Colocar las tapas del telescopio y buscador. (Apartado 1.2)
4. Recoger y dejar ordenada la cúpula (y sala, en su caso).
5. Apagar las luces de la cúpula.
6. Apagar la electrónica (Función del operador).
7. Cerrar puertas de acceso (Función del operador).



APÉNDICES

A. Características del telescopio

El Telescopio reflector MONS, de 50 cm de diámetro, es propiedad de la Universidad de Mons (Bélgica) pero lo gestiona el IAC. Básicamente, está orientado hacia la enseñanza, por lo que numerosas universidades requieren su uso para la realización de prácticas. La instrumentación actual consiste en una serie de oculares y una cámara CCD ST-8.

Tabla 1: DATOS DEL TELESCOPIO MONS

Año de instalación	1972
Montura	Ecuatorial
Focal efectiva	$f = 7500,0 \text{ mm}$ (Cassegrain)
Diámetro espejo primario	50 cm
Focos	Cassegrain y Newton
Campo del Telescopio-Ocular 50mm	18'
Campo del Buscador	50'
Precisión en <i>DEC</i>	6'
Precisión en <i>AH</i>	0,5 ^m
Latitud	28° 18' 04,39''
Longitud	-16 ^h 30 ^m 38,97 ^s

Dispone también de distintos recursos adicionales, como dos PC's (Figura 7) con software para controlar la CCD y con conexión a internet, de sistemas operativos Windows y Linux. La cuenta común que se puede utilizar en estos PC's es:

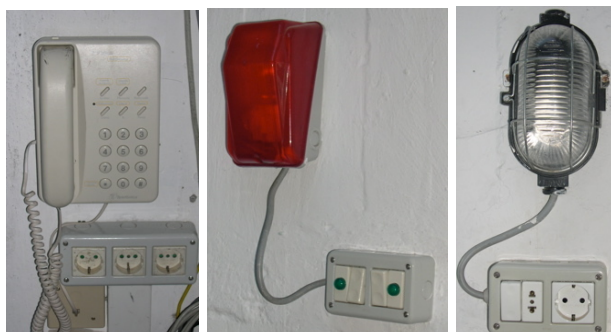
Tabla 2: Cuenta común.

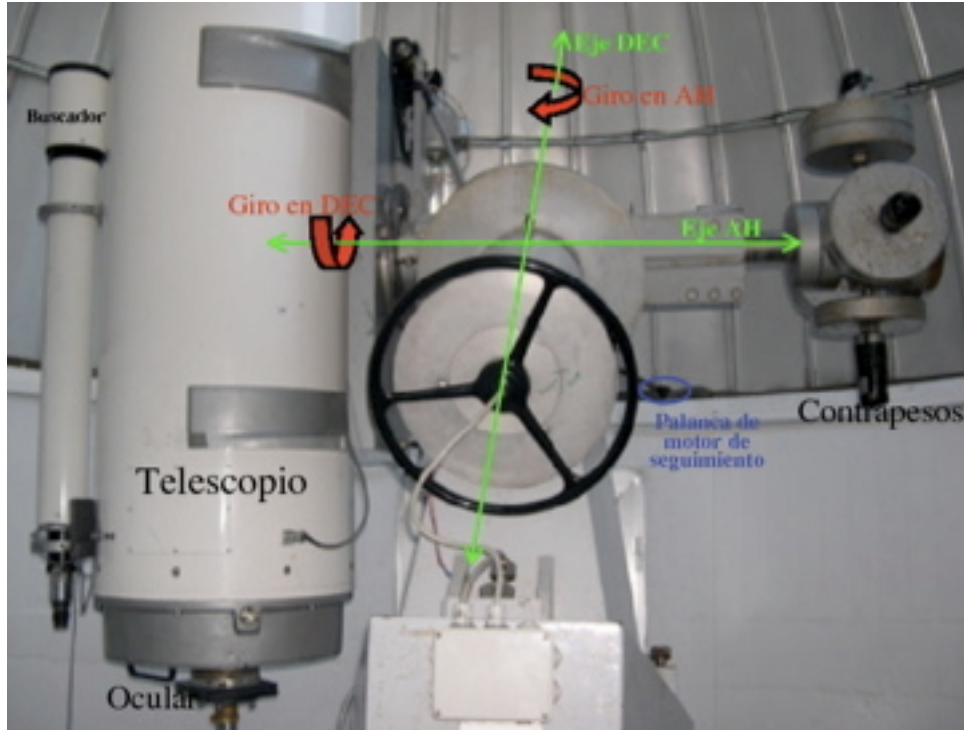
Username	Password
mons	<i>Preguntar al operador</i>

La cúpula también está provista con tomas de conexión a internet, de corriente, teléfono, lámparas de luz roja y blanca, una escalera móvil y un armario móvil con herramientas.



Figura 7: Sala de ordenadores







B. Trabajo previo a subir a Izaña

Cualquier astrónomo debe realizar un trabajo previo a su llegada al telescopio, puesto que una vez allí no puede perder tiempo de observación eligiendo objetos, leyendo manuales, etc.

Como primera tarea, se debe realizar un programa de observación con los objetos que se desean y se pueden observar durante la noche. Para ello, es importante tener en cuenta aspectos como:

- *Fase de la luna.* Por ejemplo, el brillo de la luna llena no permitirá ver con detalle objetos débiles como galaxias o nebulosas que se encuentren a sus alrededores.
- *Visibilidad.* El objeto no está o no es visible (p. ej. por debajo del horizonte; su magnitud visual es muy débil; ...).
- *Coordenadas Ecuatoriales.* Si no son las correctas no se encontrará el objeto.

Existen muchos programas informáticos que simulan un planetario en el que, introduciendo la longitud, la latitud del lugar y la fecha con la hora de tiempo universal, se puede ver el cielo para esa noche, y así elegir con facilidad los objetos.

Aunque algunos de estos programas proporcionan coordenadas ecuatoriales, puede ocurrir que su precisión o su base de datos se algo errónea. Por eso, es mejor buscar en internet las coordenadas de los objetos, escribiendo simplemente en un buscador, p. ej., *coordenadas ecuatoriales M13*. La página propuesta en este manual para esta tarea es [simbad](http://simbad.u-strasbg.fr/simbad/)⁵.

Para la visibilidad, la elección del orden y momento idóneo de la observación se propone la página [staralt](http://www.ing.iac.es/ds/staralt/)⁶, pudiéndose seguir las reglas siguientes:

- *comenzar observando los objetos que estén cerca de su ocaso, pero con una altura superior a 30°;*
- *si se trata de objetos con alturas similares, ordenar por declinación y atendiendo a su posición con respecto al meridiano, observando primero los que se encuentran al oeste;*
- *el mejor momento para la observación es cuando el objeto está culminando o muy cerca.*

NOTA: Recordar que el telescopio se encuentra a 2380 m de altitud, y por ello es importante llevar un buen abrigo, pues incluso en verano puede hacer mucho frío. No menos importante es traer una linterna pequeña (a ser posible de luz roja), un reloj de sobra para ponerlo en hora de TSL, así como bebida y algo de comida, si no se piensa utilizar el servicio ofrecido por la residencia del Observatorio.

⁵<http://simbad.u-strasbg.fr/simbad/>

⁶<http://www.ing.iac.es/ds/staralt/>



C. Funciones del operador:

- Encender la electrónica. Esto se realiza como sigue.
 - Dirigirse al cuartito que se encuentra debajo de la cúpula (a la derecha).
 - Encender los interruptores y diferenciales, un total de 5 (Figura 8).

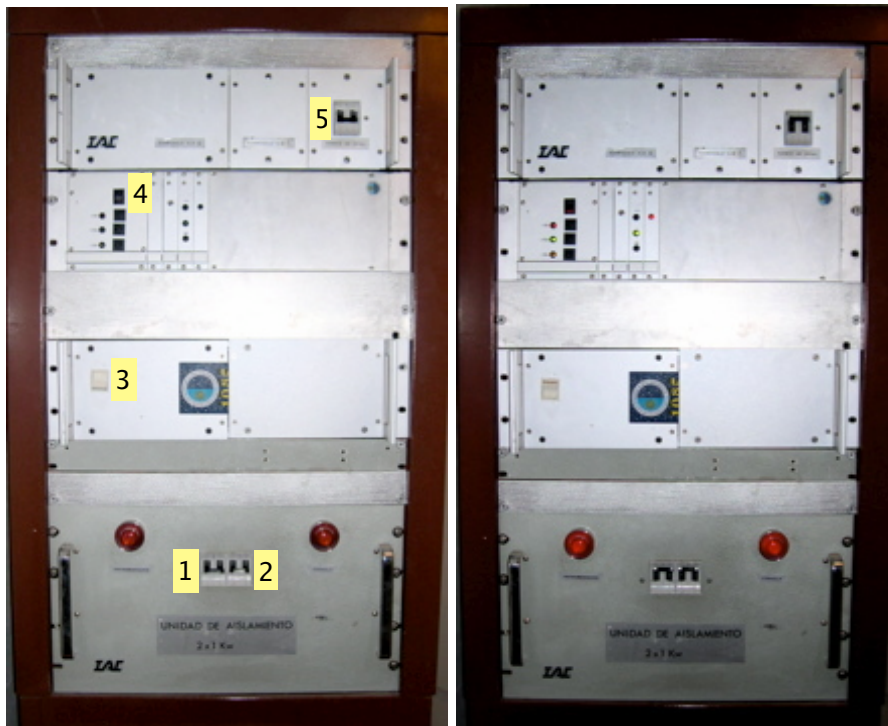


Figura 8: *Izquierda:* Caja de la electrónica apagada; *Derecha:* Encendida

- Informar sobre las condiciones meteorológicas y el estado de la instalación.
- No está obligado en ningún caso a explicar los métodos de observación.
- Tiene la última palabra sobre el cierre de la instalación debido a inclemencias meteorológicas, mal uso del telescopio o defectos en el mismo.
- Supervisar la instalación antes y al final de su uso.

NOTA: El usuario es el único responsable de los posibles daños que aparezcan durante su uso⁷, luego es importante saber cómo se encuentra el telescopio antes de comenzar. Y, ante cualquier percance, avisar inmediatamente al operador sobre lo ocurrido.

⁷Ver condiciones de uso: <http://www.reserva-web.com/admot4/cli/plan/privacidad.html> .



D. Telescopio Vertical

Cuando hablamos de telescopio vertical o apuntando al cenit quiere decir que las coordenadas son las siguientes:

- La declinación es siempre igual a la latitud del lugar $\rightarrow \delta = 28^\circ 18'$.
- El ángulo horario dependerá de su posición⁸.
 - Al ESTE del pilar $\rightarrow AH = 1^h 56,0^m$;
 - Al OESTE del pilar $\rightarrow AH = 13^h 56,0^m$.

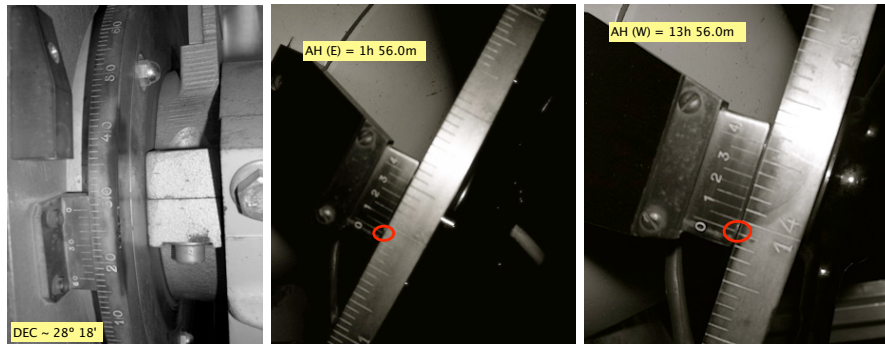


Figura 9: Declinación.

Esta posición es importante debido a que es la posición de aparcado del telescopio cuando finalizamos la noche. Cuando el telescopio no se aparca así su espejo primario no reparte su peso bien sobre todo sus soportes.

⁸Se aproxima el valor $55,5^m$ a $56,0^m$ porque es más fácil de posicionar.



E. Sistemas de Coordenadas Celestes

Las coordenadas celestes son el conjunto de valores que, de acuerdo con un determinado sistema de referencia, dan la posición de un objeto en la esfera celeste. Existen diversas coordenadas celestes según cuál sea su origen y plano de referencia. Aquí se atiende a las que son de interés para entender el apuntado del telescopio MONS.

Coordenadas Horarias⁹ (δ, AH)

Este sistema es de origen topocéntrico, es decir, depende de la posición del observador. Determina la posición de un objeto en la esfera celeste respecto al plano del ecuador celeste y al meridiano del observador.

La *declinación* (δ) de un astro es el ángulo que forma con el ecuador celeste, positivo hacia el norte y negativo hacia el sur. El eje de *DEC* está apuntando a la estrella polar, luego forma un ángulo con la horizontal (suelo) igual a la latitud del lugar ($\sim +28^\circ$ para el caso de Canarias).

Un *meridiano celeste* es el círculo máximo que pasa por los polos. Si además pasa por el observador es el *meridiano del observador* y es el origen del ángulo horario. *Círculo horario* es el meridiano celeste que pasa por el astro. El *ángulo horario* (AH) es el ángulo medido en horas que forman el círculo horario del astro y el meridiano del observador.

Este es el sistema de coordenadas propio del telescopio. El problema que presenta este sistema es que la coordenada de ángulo horario tiene carácter local, es decir, dos observadores en distintos observatorios verían un mismo astro bajo diferente AH e igual DEC .

Coordenadas Ecuatoriales¹⁰ (δ, α)

Este sistema es de origen geocéntrico, luego no depende de la posición del observador. Determina la posición de un objeto en la esfera celeste respecto al plano del ecuador celeste y al equinoccio vernal o *Punto Aries* (Figura 10).

La *ascensión recta* (α) es el ángulo, medido sobre el ecuador celeste, abarcado entre el Punto Aries y el meridiano que pasa por el objeto observado. Sus unidades son las angulares, expresadas en horas.

Las coordenadas de cualquier objeto celeste se encuentran mayoritariamente escritas en este sistema, ya que dos observadores en distintos observatorios ven un mismo astro con las mismas coordenadas ecuatoriales.

Conversión de ecuatoriales a horarias¹¹ (δ, α) \rightarrow (δ, AH)

Como la declinación es común a ambos sistemas se trata de hallar una relación entre la ascensión recta (α) de las coordenadas ecuatoriales y el ángulo horario (AH) de las coordenadas horarias. Para ello, se introduce el concepto de *tiempo sidéreo local* (TSL) definido como el ángulo horario que forma el punto

⁹Información detallada en wikipedia: http://es.wikipedia.org/wiki/Coordenadas_horarias

¹⁰Información detallada en wikipedia: http://es.wikipedia.org/wiki/Coordenadas_ecuatoriales

¹¹Información detallada en wikipedia: http://es.wikipedia.org/wiki/Conversión_de_coordenadas_ecuatoriales_a_coordenadas_horarias

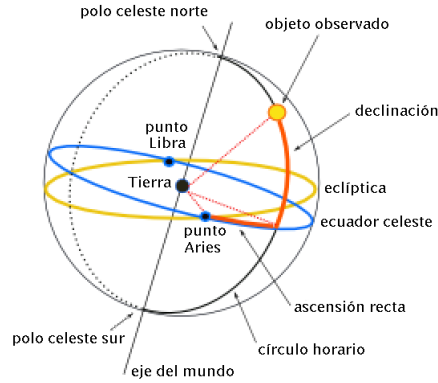


Figura 10: Coordenadas ecuatoriales

Aries con el meridiano del observador. La relación que se obtiene es:

$$AH = TSL - \alpha \quad (1)$$

E.1. Círculo Declinación (*DEC*)

El círculo de declinación está situado junto al tubo del telescopio y al pomo negro, que permite con media vuelta en sentido antihorario dejar libre el movimiento de este eje (Figura 11: Izda.).

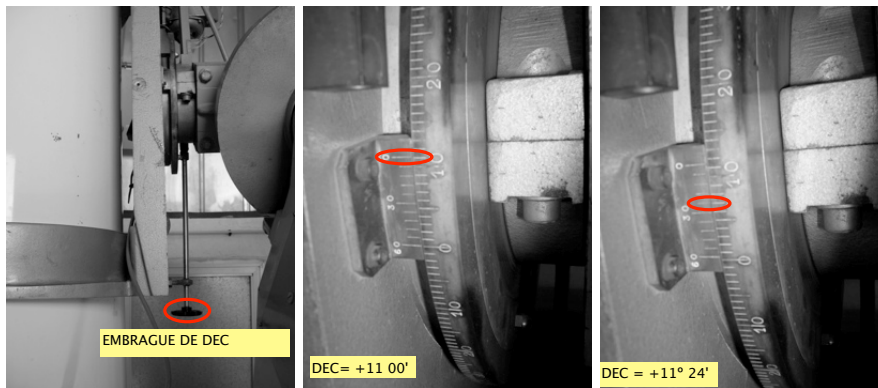


Figura 11: Declinación.

- Este círculo tiene una precisión de $6'$.
- *DEC* negativas no aparecen indicadas con el signo menos, luego *DEC* a partir de 0° en sentido horario (mirando en sentido este-oeste) son positivas y en sentido anti-horario negativas.



- En la rueda graduada, que permanece fija, la distancia entre dos rayas consecutivas tiene un valor de 1° , quedando indicados con números los múltiplos de 10 y con rayas algo más largas los múltiplos de 5.
- En el nonio, que se mueve solidario con el telescopio, la distancia entre dos rayas consecutivas tiene un valor de $6'$, quedando indicados con números y rayas algo más largas los valores, $0'$, $30'$ y $60'$.

Para apuntar se debe aproximar los minutos en *DEC* del objeto al valor múltiplo de 6 más cercano. Por ejemplo, si se quiere apuntar a un objeto con declinación $\delta = +11^\circ 25' 30''$ entonces en el telescopio puede aproximarse como a un valor por arriba, que sería $+11^\circ 30'$, o por abajo, $+11^\circ 24'$. Se utilizaría el segundo porque está más cerca del valor exacto. Los pasos a seguir son:

1. Soltar el embrague de *DEC* (media vuelta es suficiente).
2. Mover el telescopio hasta el valor aproximado, de dos pasos:

grados: Se mueve el telescopio hasta la raya de los 11° haciendo coincidir el $0'$ del nonio con dicha raya (Figura 11: Centro).

minutos: Ahora mucha atención, pues se debe mover en el sentido en el que los minutos aumenten, haciendo coincidir la raya del nonio que indica $24'$ con la primera raya que se encuentre de la rueda graduada (Figura 11: Izda.).

3. Fijar el embrague de *DEC*.

Nota: Quizás sea necesario el uso de la escalera y de una pequeña linterna para precisar en el apuntado.

E.2. Círculo Horario (*AH*)

El círculo horario está situado sobre la cara sur del pilar (el volante negro) y este eje se embraga pulsando de forma continua el botón rojo de la raqueta (Figura 12: Izda.).

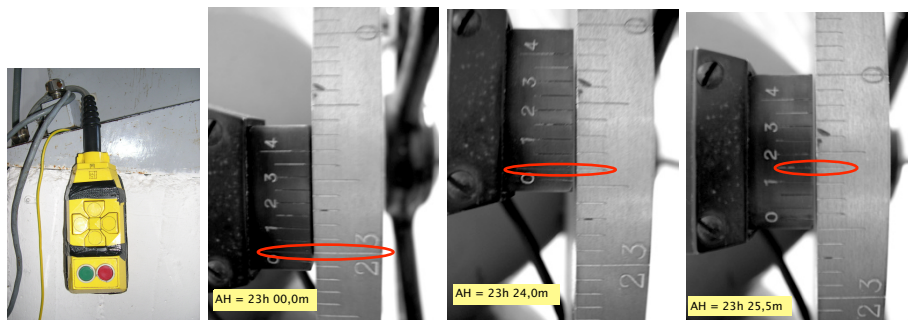


Figura 12: Ángulo Horario.

- Este círculo tiene una precisión de $0,5^m (= 30^s)$.



- AH mayores de 24^h o negativos deben ser transformados a horas entre $0^h - 24^h$.
- En la rueda graduada, que se mueve solidaria con el telescopio, la distancia entre dos rayas consecutivas tiene un valor de 4^m , quedando indicadas con número las horas exactas, y dos rayas algo más largas entre dos horas consecutivas señalan 20^m y 40^m pasadas de la hora, respectivamente.
- En el nonio, que permanece fijo, la distancia entre dos rayas consecutivas tiene un valor de $0,5^m (= 30^s)$, quedando indicados con números y rayas algo más largas los valores 1^m , 2^m , 3^m y 4^m .

Para apuntar se debe aproximar los segundos del AH del objeto a $0,0^m$, $0,5^m$ ó $1,0^m$. Por ejemplo, si $AH = 23^h 25^m 38^s$, entonces en el telescopio se puede aproximar como a un valor por arriba, que sería $23^h 26,0^m$, o por abajo, $23^h 25,5^m$. Se elegiría el segundo porque está más cerca del valor exacto. Los pasos a seguir son:

1. Motor de seguimiento encendido presionar el botón rojo de manera continua (el telescopio se ha de mover fácilmente y casi con el mínimo esfuerzo).
2. Mover el telescopio hasta el valor aproximado, de tres pasos:

horas: Se mueve el telescopio hasta la raya de los 23^h (raya numerada), haciendo coincidir el 0^m del nonio con dicha raya (Figura 12: 2^o lugar).

minutos: Se debe separar los minutos como una suma de:

- múltiplo de 4 más cercano por abajo (24^m , para nuestro ejemplo) y hacer coincidir el 0^m del nonio con la raya correspondiente (siempre en el sentido en que aumenten los minutos) (Figura 12: 3^{er} lugar);
- y el resto, $1,5^m$, se consigue haciendo coincidir la raya del nonio correspondiente a este valor con la primera raya que encuentre en el disco graduado en sentido que aumenten los minutos (Figura 12: 4^o lugar).

3. Dejar de presionar el botón rojo.



F. Cambio de meridiano

La maniobra de cambio de meridiano (o de lado) del telescopio con respecto al pilar se realizará con mucho cuidado y siguiendo fielmente los pasos siguientes:

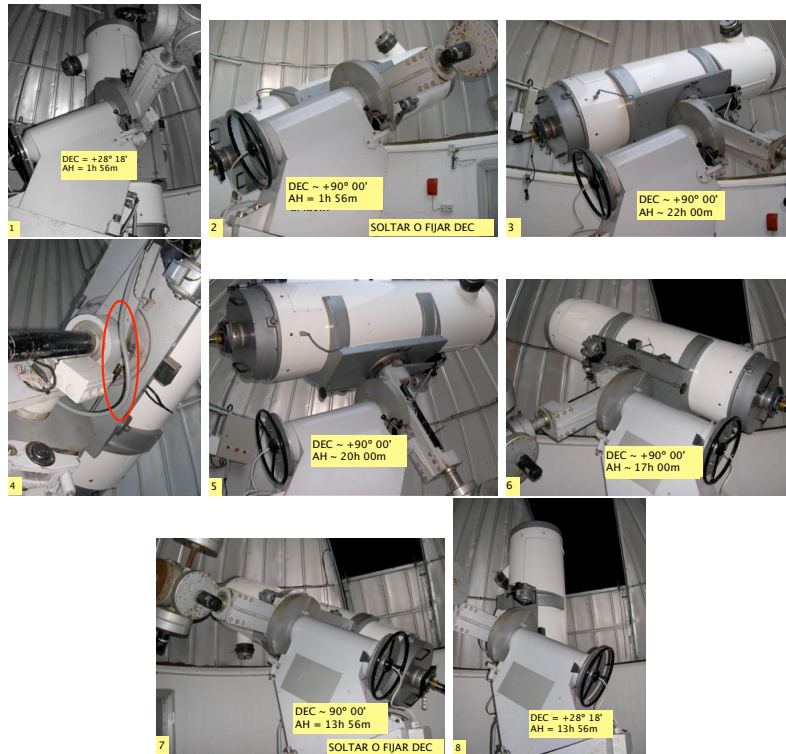


Figura 13: Cambio de meridiano (o de lado). Las fotos en este ejemplo están ordenadas para un cambio de *W* a *E*. El caso contrario, no es más que invertir el orden de las fotos y usar exactamente los mismos valores para las coordenadas δ y *AH*.

1. Partiendo de la posición vertical:
 - a) Colocar la escalera de modo que no nos moleste para la maniobra.
 - b) Asegurar que el mando de foco no está colgando o mal sujeto a su soporte.
 - c) Conectar el motor de seguimiento.
 - d) Soltar manualmente el embrague de *DEC* (con media vuelta es suficiente).
2. Tirando de las asas negras bajo el telescopio (**¡nunca del ocular!**), llevar el ocular hacia el SUR hasta quedar paralelo al eje de *DEC* ($\sim 90^\circ$), como el paso 2 ó 7 en la figura 13. Fijar manualmente el embrague de *DEC*.
3. Tomar la raqueta de control del telescopio y, mientras una persona pulsa de forma continua el botón rojo (desembragando así el eje de *AH*), la otra



mueve el telescopio pasándolo por encima del pilar, como el paso 3 ó 6 en la figura 13. Tirando de los contrapesos hacia abajo es una forma muy segura.

4. Estar pendiente durante toda la maniobra de que el cable que vemos en el paso 4 de la figura 13 no se enrede apretando la caja. En su caso, desenredarlo.
5. Seguir el movimiento lentamente y soltando el botón si fuese necesario.
6. Soltar el botón rojo de la raqueta, cuando el telescopio se encuentre nuevamente paralelo al eje de *DEC*, como el paso 7 ó 2 en la figura 13.
7. Desembragar *DEC* (media vuelta es suficiente), y mover a su posición vertical ($\delta = 28^\circ 18'$), como el paso 8 ó 1 en la figura 13. Fijar manualmente el embrague de *DEC*.



G. Problemas para ver el objeto

En caso de que el objeto no aparezca se puede deber a muchas causas (suponiendo que las coordenadas de los objetos son correctas):

- No se calculó bien el AH o no se precisó suficiente en la rueda. Revisar:
 - los cálculos (recuerda que depende de la posición del telescopio);
 - la precisión conseguida en la rueda;
 - reloj de TSL ;
 - $ERROR$ en AH pudo cambiar (Ver más abajo).
- Precisión en DEC . Debido a la dificultad para aproximar la DEC de nuestro objeto en este círculo. Repetimos apartados 4.(b) \rightarrow 5. \rightarrow 6: cuando $TSL = TSL'$ conectar el motor de seguimiento y movemos ligeramente el eje de DEC del telescopio mirando por el buscador (u ocular, en su caso) en ambos sentidos.
- El objeto es muy débil.
- El objeto posee unas coordenadas que varían dependiendo de la noche o durante la misma, como es el caso de la luna, planetas, cometas, ...

En cualquier caso, para asegurarse de si el $ERROR$ ha cambiado lo más cómodo es apuntar a una estrella brillante localizable a simple vista y de coordenadas bien conocidas (nunca usar para esto planetas). Apuntando con este método la estrella debe aparecer como mínimo en el buscador cuando $TSL = TSL'$. Si no es así y los puntos anteriores están todos bien revisados, entonces se debe calcular el nuevo valor de $ERROR$ apuntando manualmente a dicha estrella y despejando de la ecuación correspondiente escrita en la sección 2.1 de este manual. Indicarlo al responsable de MONS para proceder a su verificación y modificación en este manual.