

DESCRIPCIÓN DEL TELESCOPIO JERÓNIMO MUÑOZ DEL OBSERVATORIO DE LA UAM Y SU INSTRUMENTACIÓN COMPLEMENTARIA.

El telescopio de la Universidad Autónoma es un reflector con un espejo primario de 20" (51 cm), fabricado por la empresa catalana IMVO.

Posee dos focos, el primario o foco Newton, con una relación focal (diámetro/distancia focal) f:5 y el foco Nasmyth, f:22. El primero de los focos es adecuado para fotografía e imagen de gran campo, fotometría rápida y objetos débiles, mientras que el segundo es más adecuado para uso general. En las Figuras 1 y 2 se esquematiza el funcionamiento de ambos focos.

Como instrumentos complementarios posee un anteojo buscador de 60 mm de diámetro y un telescopio de guía de 100 mm de diámetro y 1200 mm de distancia focal.

Características ópticas del telescopio

El espejo primario constituye el núcleo del instrumento con sus 51 cm de diámetro y cerca de 80 Kg de peso. Ha sido tallado por D. Ramón Roure Codoñer, a partir de un disco de vidrio ZKN-70, de la casa Schott (R.F.A.), de bajo coeficiente de dilatación. El error diferencial del paraboloide final es de aproximadamente $1/18$ de onda, medido en la línea de $\lambda 6330 \text{ \AA}$ (luz monocromática de neón).

La elección del sistema Nasmyth para el foco secundario reporta una serie de ventajas. Por una parte, la situación del foco es sumamente cómoda, tanto para observación directa como para la colocación de instrumentos de detección: cámaras fotográficas, espectrógrafos, fotómetros, dispositivos de carga acoplada (CCD), etc. Al estar colocado el portaocular y la zona de anclaje de instrumentos en el centro de gravedad del tubo-armazón del sistema óptico, y en el lado opuesto al contrapeso del eje de declinación, se puede instalar un instrumental relativamente pesado sin más que desplazar el contrapeso. Esto evita introducir flexiones longitudinales en el tubo, que serían muy perjudiciales para el funcionamiento del sistema óptico. Por otra parte, la disposición del foco Nasmyth evita la perforación central del espejo primario, operación sumamente delicada y que puede dañar las cualidades ópticas del instrumento. Como contrapartida, la colimación óptica de un telescopio sistema Nasmyth es más complicada que la de un Cassegrain convencional, ya que hay que realizar el alineado del espejo plano (espejo terciario) además del primario (paraboloide cóncavo) y del secundario (hiperboloide convexo).

Características mecánicas del telescopio

La montura del telescopio es ecuatorial de tipo alemán clásico. Está construida en chapa de acero con espesores entre 10 y 24 mm.

El eje de declinación tiene 70 mm de diámetro. El arrastre del eje es bastante ortodoxo: una corona de 580 dientes es atacada por un bisinfín de bronce, a cuyo eje está acoplado un motor de corriente continua Maxon de 40 W de potencia, conectado a un reductor Kelvin de relación 26.6:1. La velocidad de giro máxima del eje de declinación es de $80^\circ/\text{min}$.

El eje de ascensión recta tiene 118 mm de diámetro. El arrastre es de tipo mixto fricción-corona. El conjunto se compone de una rueda de fricción de aluminio, de sección troncocónica de 70 cm de diámetro máximo, atacada por un troncono de 10 cm diámetro máximo, acoplado a una corona dentada de 190 dientes. La corona está engranada mediante un bisinfín a dos conjuntos de reducción, seleccionables

mediante embrages electromagnéticos, ofreciendo así dos velocidades. El motor utilizado es también un Maxon de 40 W y el reductor tiene una relación 21.8:1. La velocidad máxima de rotación del eje es de 7^h /min.

Descripción general del Sistema de Control

La filosofía de todo el sistema de posicionamiento y seguimiento es la de convertir, a través de un ordenador, las coordenadas de un objeto en una señal de cierta duración y voltaje que accione un servomecanismo. El ordenador debe recalcular la posición del telescopio para compensar el movimiento terrestre y mantener el blanco en su campo, dentro de los márgenes de precisión.

La forma más simple de sistema de control es la de bucle abierto (Figura 3). Un sistema así trata de hallar la diferencia entre la posición deseada y la posición de error, y de calcular una señal de error que enviará como comando al motor del telescopio. El problema de los sistemas de bucle abierto es que una vez se ha dado el comando, no hay forma de comprobar que éste ha sido ejecutado con precisión. Por muy perfectos que sean los algoritmos usados para corregir los errores sistemáticos, cualquier desplazamiento aleatorio puede introducir errores significativos. Para conseguir una aceptable precisión en el control del instrumento, hay que cerrar el bucle de alguna manera.

Los sistemas de bucle cerrado se basan en el ciclo de la Figura 4: el ordenador envía comandos, lee los errores y realimenta los servos con nuevos comandos que tratan de minimizar dichos errores. La lectura de los errores se realiza mediante codificadores que miden la posición angular de los ejes (por ejemplo, codificadores ópticos como los que hemos instalado en nuestro telescopio). El ordenador compara la posición del telescopio dada por los codificadores con la posición deseada, y envía los comandos apropiados para que una y otra se aproximen lo más posible. Cada cierto tiempo, dado por el período de ejecución del bucle del programa, el ordenador es realimentado con una nueva lectura de la posición del telescopio y dirige nuevas órdenes para proseguir la aproximación del objeto. El programa de control puede incorporar rutinas que corrijan las coordenadas de catálogo, introducidas por teclado, de precesión, nutación, aberración y refracción para obtener la posición aparente actual del objeto. Así mismo, se pueden incluir rutinas que corrijan los errores producidos por las flexiones, la falta de perpendicularidad de los ejes de rotación, la falta de alineamiento con el eje polar, la no linealidad de los codificadores, etc.

Hardware y Software

El equipo electrónico de control del telescopio está constituido en torno a un ordenador personal IBM AT. El sistema principal, formado por los contadores de impulsos de los codificadores y de los convertidores digital-analógicos está montado sobre una placa de prototipos MICRONAND, conectada a un *slot* del *bus* de I/O del ordenador.

El resto del equipo electrónico está formado por diversas placas conectorizadas, instaladas mediante carriles en un chasis estándar de la casa Motek. La disposición permite una rápida sustitución en caso de avería, así como la realización de ajustes, para lo cual se dispone de una tarjeta prolongadora. Los elementos principales instalados en dicho chasis son los servoamplificadores SAB-2 de alimentación y regulación de velocidad de los motores, tarjetas de mezcla de la señal del ordenador con la del *joystick* analógico y tarjetas multiplicadoras de los impulsos de los codificadores.

Se dispone de la alimentación y conmutación de los embragues electromagnéticos del reductor de ascensión recta. Por último, un *joystick* digital permite realizar movimientos del telescopio dentro del bucle de seguimiento del programa.

El *software* de control (véase diagrama de flujo) permite la introducción de coordenadas de catálogo de 1950.0 ó 2000.0, realizando las correcciones de precesión y refracción atmosféricas. El programa está dotado con algoritmos para la localización y apuntado del telescopio a planetas y otros 200 objetos astronómicos de interés.

Instrumentación actual

Actualmente disponemos de un juego completo de oculares para la observación visual: un ocular Erfle de 20 mm, dos oculares GEM de 28 mm y 10.5 mm y un ocular Plössl gigante de 58 mm. Así mismo contamos con un filtro “nebulas” con transmisión limitada a las líneas H_{α} y [O III], ideal para la obscuración de nebulosas de emisión.

Nuestro telescopio está dotado de un telescopio de guía para fotografía de 100 mm de diámetro, equipado con una lente de Barlow, un prisma cenital y un ocular con retículo iluminado.

También disponemos de una lente correctora de campo para la corrección del coma en el foco primario. Los telescopios de focal corta necesitan una lente de estas

características, ya que todos los objetos que aparecen apartados del eje óptico presentan coma, tanto más acentuada cuanto mayor es la distancia a dicho eje.

En la actualidad, el instrumento central del Observatorio es un fotómetro PEPH-101, fabricado por el Hopkins Phoenix Observatory (U.S.A.), dotado de un fotomultiplicador Hamamatsu 1P21, cuya curva de respuesta lo hace adecuado para la fotometría UVB. El cabezal fotométrico cuenta con un carrusel de filtros (V: Schott GG-495, B: Schott GG-385 + BG/12, U: Schott UG-2) y un juego de cuatro diafragmas. El ocular de campo, dotado de retículo iluminado, accede al foco del telescopio a través de un espejo pivotante. El cabezal fotométrico es alimentado por una fuente de alta tensión (entre -500 VDC y -1000 VDC @ 1 mA) cuya regulación se realiza mediante un voltímetro digital incorporado en la caja de control. Este dispone de un contador de impulsos de 10 MHz y de un *display* LED de 8 dígitos para el conteo de fotones. Actualmente se trabaja en el *hardware* y *software* para la adquisición y reducción automática de datos en un ordenador personal.