

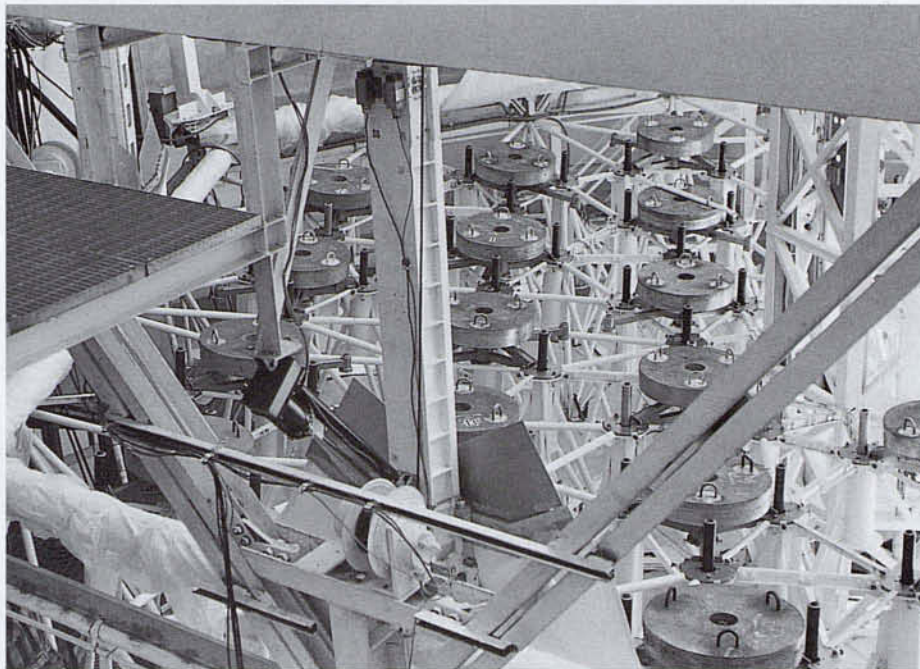
# TECNOLOGÍA CATALANA EN EL TELESCOPIO KECK



© JOSEP M. FUERTES

EL NUEVO TELESCOPIO KECK PERMITIRÁ, GRACIAS A SU GRAN PODER DE RESOLUCIÓN, OBSERVAR OBJETOS MÁS ALEJADOS EN EL TIEMPO Y OBTENER MÁS DATOS SOBRE LA FORMACIÓN DE ESTRELLAS Y GALAXIAS. ALGUNOS INVESTIGADORES CATALANES HAN FORMADO PARTE DEL EQUIPO RESPONSABLE DEL DISEÑO DE SU SISTEMA DE CONTROL, Y LA CONSTRUCCIÓN DE SU COMPLEJA ESTRUCTURA MÓVIL LLEVA LA MARCA DE FÁBRICA DE UNA EMPRESA DE NUESTRO PAÍS.

JOSEP M. FUERTES I ARMENGOL DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE SISTEMAS,  
AUTOMÁTICA E INFORMÁTICA INDUSTRIAL. UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA.



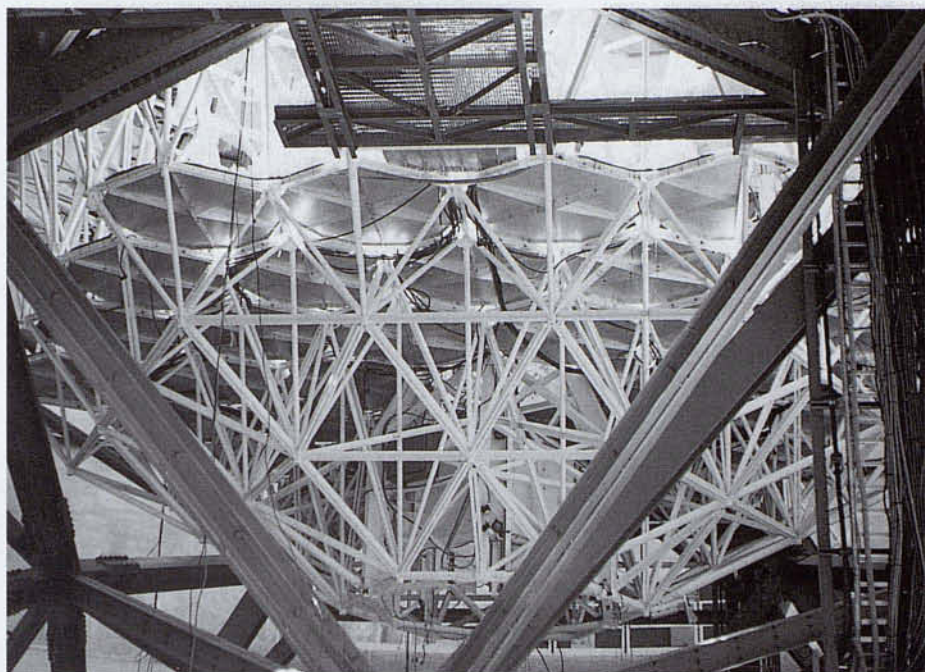
© JOSEP M. FUERTES

La observación de objetos astronómicos ha sido uno de los hechos científicos con más tradición. De hecho, se tiene constancia de trabajos llevados a cabo desde la más remota antigüedad y en todas las culturas. A principios del siglo XVII Galileo construyó un primitivo instrumento que, con una abertura de 3 cm, pudo llegar a incrementar espectacularmente el número de objetos detectables. El progreso en las observaciones ha sido enorme, desde las detecciones iniciales de los planetas y sus satélites en el sistema solar, hasta los cuasares, pulsares, lentes gravitacionales, galaxias que colisionan o las nubes de materia oscura que se han podido observar haciendo uso de telescopios que operan en diferentes partes del espectro de observación, desde rayos x hasta espectros ópticos, infrarrojos o ultravioletas. Pero estas mejoras en el conocimiento del Universo dejan todavía sin respuesta una serie de cuestiones fundamentales, principalmente las que se refieren al origen y formación de las estrellas, galaxias y otros objetos astronómicos. Los nuevos instrumentos han permitido avanzar en todo lo que sea dar o rechazar teorías, gracias al uso de sistemas tecnológicamente avanzados. Éste éxito desencadenó toda una serie de mejoras en aquellos instrumentos, que dieron paso al diseño de telescopios ópticos cada vez más grandes y potentes. Se ha procurado, en todo momen-

to, emplear todos los recursos tecnológicos disponibles hasta el límite de sus posibilidades. La evolución en el diseño de los telescopios ópticos clásicos tiene su punto culminante en la construcción, a mediados de este siglo, del telescopio Hale, en el Monte Palomar de California, cuya principal característica radica en tener el espejo primario monolítico: tiene 5 m de diámetro, 70 cm de grosor y un peso de 20 toneladas. Dado que el telescopio debe poderse orientar hacia diferentes posiciones en el espacio —y que ha de ir compensando el movimiento de rotación de la Tierra para poder observar con precisión puntos “fijos” del espacio— la estructura de soporte del espejo es muy gruesa, rígida y pesada. Así, el peso de la parte móvil del telescopio (espejo, tubo, soporte, sistema de rotación e inclinación del tubo) llega a las 500 toneladas. A partir de este telescopio se hizo evidente que para construir telescopios más grandes y potentes era necesario optar por un nuevo diseño que permitiera superar la barrera tecnológica anterior, ya que duplicar el diámetro del espejo siguiendo la misma estructuración haría que el peso de la parte móvil se multiplicara por ocho. Es así como se ha llegado a la nueva generación de telescopios, cuyo objetivo es poder disponer de espejos más grandes y de menor peso. El ejemplo del telescopio W.M. Keck es un claro exponente de estos nuevos instrumentos.

Por tanto, ya que había que reducir el peso de la estructura móvil, se optó por dividir el espejo, de 10 m de diámetro, en una retícula o mosaico formado por 36 segmentos hexagonales de 2 m de diámetro y 7,5 cm de grosor. La elección de estas características se hizo buscando un compromiso entre la facilidad de manipulación, construcción, complejidad de los soportes y coste de los segmentos, que mejoran al disminuir su diámetro, y la complejidad de control, que aumenta con el número de espejos. El conjunto de estos segmentos ha de conformar una superficie parabólica de revolución centrada en el eje del telescopio y con un grado de precisión muy elevado.

La estructura de soporte del espejo se ha construido mediante un entrelazado de barras rígidas, al emplear sistemas de diseño asistido por ordenador (CAD), de forma que se minimiza el peso de la estructura y se maximiza la rigidez ante la deformación. El resultado de este diseño ha sido que el espejo tiene un peso de 15 toneladas, mientras que el peso total de la parte móvil es de 270 toneladas. La construcción de esta estructura fue encargada a la empresa catalana Schwartz-Hautmont, situada en Vilaseca-Salou, que tiene una amplia experiencia en la construcción de estructuras metálicas especiales, entre otras, para aplicaciones en antenas de transmisión de grandes dimensiones. Esta empresa, empleando



© JOSEP M. FUERTES

un sistema automatizado de diseño asistido de la fabricación, produjo todas las piezas de la estructura, las presentó y comprobó su operatividad. Después, fueron enviadas a Hawai, al observatorio que se ha instalado en lo alto de un volcán extinguido de 4.200 metros de altura.

Ahora bien, el reto no estriba únicamente en su parte estructural. El sistema dinámico de control de la posición de los segmentos ha de garantizar que los errores sean despreciables para que las imágenes observadas tengan la suficiente calidad. Dado que las deformaciones mecánicas llegan a ser de un milímetro y que la tolerancia de la superficie óptica ha de ser inferior a 50 nanómetros, había que prever un automatismo que a cada instante detectara, a través de sensores, la posición e inclinación de cada uno de los espejos, un algoritmo de control que interpretara las lecturas de los sensores para decidir dónde debían situarse los segmentos y unos actualizadores que movieran los segmentos hasta la posición deseada. Este sistema de control utiliza las medidas de 168 sensores de posición instalados en los segmentos y genera consignas a 108 motores que provocan el desplazamiento individualizado de los 36 segmentos. El soporte informático del sistema dinámico de control está formado por un multicomputador constituido por 12 procesadores de alta velocidad que trabajan en paralelo, de

los cuales, nueve hacen el tratamiento previo de las señales procedentes de los sensores y condicionan las señales de mando a los actualizadores, mientras que los otros tres realizan las tareas de computación de los algoritmos de control, de comunicación con el operador del telescopio, de supervisión y de coordinación entre las tareas de control.

El diseño de este sistema de control fue encargado al Lawrence Berkeley Laboratory de la Universidad de California, donde un equipo formado por ingenieros y técnicos llevó a cabo el sistema computador y los programas de control. En esta tarea participaron dos científicos catalanes, el Dr. Jordi Llacer, físico del Lawrence Berkeley Laboratory, y el Dr. Josep M. Fuertes, ingeniero de la Universidad Politécnica de Cataluña; este último acogido, durante un año, al programa Gaspar de Portolà de cooperación científica entre las universidades catalanas y la Universidad de California. Las aportaciones de estos científicos en el telescopio han sido, entre otras, la realización de estudios del comportamiento dinámico del sistema activo de control de los segmentos del telescopio y la evaluación de los resultados respecto a las especificaciones de diseño.

Antes de finalizar 1991, se hizo la inauguración oficial del observatorio, en el que se presentó su primera luz, aunque teniendo instalados tan sólo nueve de

los 36 segmentos de los que debe disponerse para completar el espejo. Con esta configuración, sin embargo, ya se había conseguido la misma superficie colectora que la del telescopio Hale. A lo largo de este año se espera poder instalar el resto de segmentos y que puedan ya evaluarse experimentalmente los resultados de estos nuevos diseños y tecnologías. Los resultados obtenidos hasta ahora son lo suficientemente positivos como para que se haya financiado la construcción de un telescopio gemelo situado en lo alto del mismo volcán Mauna Kea, en Hawai, a menos de 200 metros de distancia. Asimismo, un consorcio europeo ha iniciado los trabajos de diseño de un telescopio de 15 m de diámetro basado en una segmentación similar del espejo primario. El telescopio se utilizará con objetivos científicos relacionados principalmente con las teorías cosmogónicas actuales. Su gran poder de resolución posibilitará observar objetos más alejados en el tiempo, adquirir más datos sobre la formación de las estrellas y galaxias, analizar la actividad en el centro de nuestra Vía Láctea y observar objetos muy poco luminosos. Los resultados que se obtengan de las observaciones motivarán previsiblemente una mejora creciente de nuestro mundo y, al mismo tiempo, servirán para afianzar los avances tecnológicos desarrollados en el diseño y construcción de este instrumento. ■