

Diseño de sistemas optomecánicos para el nuevo telescopio robótico de 4-m

Autor: Asier Oria Carreras (asier.oria@pm.me)

Tesis doctoral dirigida por:

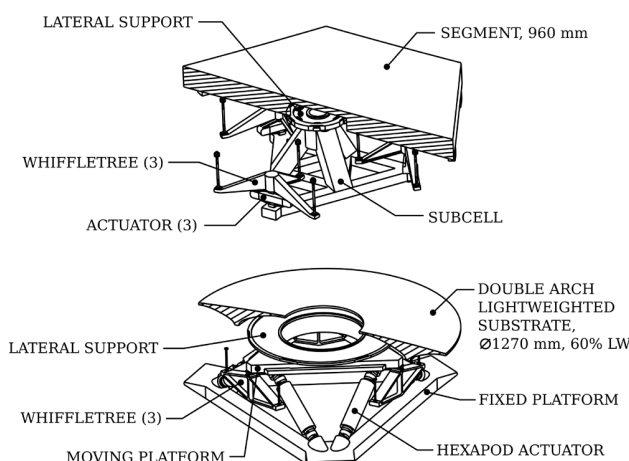
Carlos M. Gutiérrez de la Cruz

Centro: Universidad de La Laguna

Fecha de lectura: 8 de julio de 2022

El interés en la astronomía de dominio temporal va en aumento año a año. La capacidad para detectar fenómenos transitorios cada vez más tenues motiva la necesidad de una nueva generación de telescopios robóticos más grandes y rápidos que puedan realizar una identificación, clasificación y caracterización espectroscópica eficiente de los mismos. El telescopio NRT (*New Robotic Telescope*) será el primero de esta nueva generación de telescopios robóticos, y su diseño se sustentará en la experiencia adquirida con el *Telescopio Liverpool*. Su primera luz está prevista para 2026 y con una apertura de 4m, un tiempo de respuesta inferior a 30 segundos y una ubicación privilegiada en un observatorio con las excelentes condiciones para la observación astronómica como el ORM, augura a convertirse en una instalación líder de la astronomía de dominio temporal. Como precursor de esta nueva clase de telescopios, algunos de sus sistemas, y en particular los más relacionados con la respuesta rápida y el funcionamiento autónomo, requieren soluciones innovadoras que definan nuevos estándares para futuros diseños. Esta tesis aborda los estudios y análisis optomecánicos que se han llevado a cabo durante la fase conceptual del proyecto NRT. Se discuten diferentes alternativas que contribuyan a alcanzar el requerimiento de apuntado rápido, se evalúan las implicaciones en la selección de la topología del espejo primario, y se plantea una primera propuesta de diseño para los sistemas optomecánicos del espejo primario y secundario. Se ha desarrollado un modelo numérico para analizar el efecto de la mecánica del telescopio y de diferentes perfiles de movimiento en el requisito de tiempo de apuntado. Este modelo también considera el tiempo necesario para amortiguar la estructura y así cumplir con las exigencias del sistema óptico. Con este análisis se demuestra que una reducción de peso

en el sistema permite mejorar su rendimiento, lo que encaja a la perfección con la nueva tendencia de diseño de telescopios medianos basados en un espejo primario segmentado, que consiguen ser más rápidos y ligeros. El estudio identifica asimismo varias alternativas comerciales de motores que pueden ser adecuadas para este telescopio. Con el propósito de aligerar el sistema, se realiza un estudio de diferentes configuraciones segmentadas para el espejo primario. En concreto, se plantean una serie de alternativas basadas en espejos circulares y hexagonales, y se definen una serie de figuras de mérito que permiten compararlas en términos de peso, calidad de imagen y complejidad de su sistema de soporte. Este análisis concluye proponiendo para el NRT una configuración basada en 18 espejos hexagonales e independientes entre sí de 960 mm. Por último, se plantea una propuesta de diseño para el espejo primario y otra para el secundario del telescopio. Se comprueba que un segmento soportado axialmente mediante un árbol de palancas mecánico en nueve puntos, un diafragma central para el soporte lateral y tres actuadores piezoeléctricos, constituyen una solución sencilla y robusta que es capaz de cumplir con los requisitos del sistema. Para el espejo secundario de $\varnothing 1270$ mm se propone un sustrato aligerado al 60% en forma de doble arco y soportado axialmente en seis puntos de apoyo como una solución de compromiso entre un coste moderado y una mejora de prestaciones. En caso de reducir el tamaño de este espejo (a $\varnothing 940$ mm), también se identifica un sustrato de pared trasera abierta sobre tres puntos como una alternativa prometedora mucho más simple. El comportamiento de estos diseños se analiza primeramente mediante aproximaciones analíticas y posteriormente se optimiza mediante modelos paramétricos de elementos finitos. Asimismo, se aborda en detalle el proceso de corrección de parte del error del espejo secundario haciendo uso de los grados de libertad de los segmentos del espejo primario. Esta consideración permite relajar los requerimientos del sistema optomecánico del secundario y conseguir un diseño más ligero. Probablemente, en un futuro cercano nuevos telescopios robóticos de similar tamaño y características acompañarán al NRT para permitir un seguimiento 24h de todo el cielo nocturno. Del mismo modo en el que actualmente cooperan las redes de pequeños telescopios robóticos, estas darán paso próximamente a redes de telescopios robóticos mucho mayores como el NRT. Este hito será el comienzo de una época dorada para la astronomía de dominio temporal, y seguramente permitirá revolucionar la manera en la que entendemos el Universo. La metodología y los análisis presentados en esta tesis pretenden convertirse en una guía útil para estos nuevos desarrollos.



Diseño conceptual de los segmentos del espejo primario (superior) y espejo secundario (inferior) del telescopio NRT.