

SISTEMAS ÓPTICOS

Alta precisión al servicio de la exploración planetaria

Saber si tienes que llevarte un paraguas al salir de casa o poder divisar tu propio tejado en un laberinto de calles dentro de un gigantesco mapa mundial son ejercicios que se han convertido ya en parte de la vida cotidiana. **Complejos sistemas ópticos que enfocan a la Tierra** desde las alturas lo han hecho posible.

A puntando al espacio exterior, los sistemas ópticos son fundamentales para realizar complicadas misiones científicas, que desentrañan los misterios de galaxias lejanas, o para proporcionar información crucial sobre el propio origen del Universo. Son sistemas que permiten ver aquello que nunca alcanzaría el ojo humano y amplifican hasta lo indecible la visión global del planeta. En programas nacionales o internacionales, auspiciados por instituciones transnacionales como la Agencia Espacial Europea (ESA) o el Observatorio Europeo Austral (ESO), los sistemas ópticos se han convertido en un sector clave

de la tecnología tanto civil como militar. España, con SENER a la cabeza, empieza a despuntar en el panorama mundial por su excelencia en estos proyectos.

Años 80, los orígenes

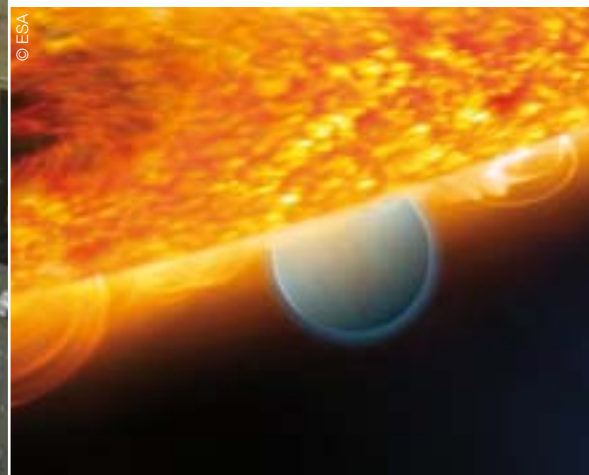
El campo de sistemas ópticos es una de las áreas más prometedoras en SENER y ha experimentado en los últimos años un notable desarrollo, especialmente en su vertiente de equipos de vuelo para aplicaciones espaciales. Pero el origen de esta actividad en SENER lo marcó un importante programa para el Ministerio de Defensa español, el SBGL, un misil guiado por láser que la empresa desarrolló y probó con éxito a principios de los años 80. El SBGL disponía de un seguidor (*seeker*) de cuadrante cuya efectividad quedó demostrada en condiciones reales de vuelo. Su tecnología era mucho más avanzada que la de otros proyectiles del momento, como el célebre GBU-15.

En los años 90, SENER comenzó a trabajar en el procesado digital de imágenes, siempre en campos muy innovadores como fusión o súper-resolución de imágenes. En paralelo, se llevaron a cabo proyectos destacables como un sistema de adquisición de imágenes en espectros visible e infrarrojo térmico para cámaras de combustión en condiciones de micro-gravedad, desarrollado para la ESA, así como el proyecto LINZE, donde se suministró un equipo de cámara aerotransportable, embarcada en un helicóptero de inspección, para el registro automático, en los rangos visible e infrarrojo, del estado de las líneas de alta tensión.

Durante este periodo, SENER participó asimismo en distintos instrumentos ópticos para aplicaciones espaciales como empresa suministradora de mecanismos de precisión. Realizó la rueda de filtros y el mecanismo de reenfoque de la cámara FOC

Abajo: imagen tomada por el telescopio Hubble de la agrupación masiva de estrellas en NGC 3603 y sus alrededores.



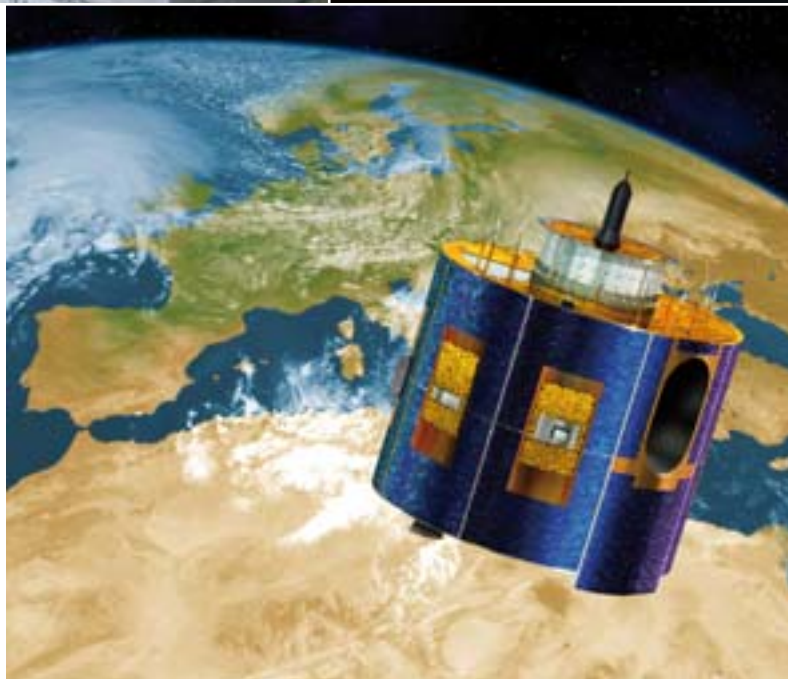


(*Faint Objects Camera*), que funcionó a bordo del famoso telescopio Hubble desde 1990 hasta el año 2002. El mecanismo de reenfoque permitía corregir el apunte de esta cámara de asombrosa precisión, capaz de obtener imágenes en los espectros visible y ultravioleta y de contar de forma individualizada las partículas de luz (fotones) que recibía. Registró la primera imagen directa del disco de una estrella que no fuera el Sol, la estrella Betelgeuse o Alpha Orionis.

La consolidación, en el Espacio

Estos primeros contratos dieron a SENER visibilidad en el campo de la óptica para aplicaciones espaciales, en el que España carecía de una industria especializada. A mediados de los 90 el país empezó a estudiar un sistema nacional de Observación de la Tierra, que permitiera la adquisición de imágenes con aplicaciones en cartografía, ordenación del territorio, gestión de recursos naturales y protección civil. Estos estudios de viabilidad se concretarían en el Programa Nacional de Ordenación del Territorio, que incluía el satélite SEOSAT/INGENIO, y SENER fue escogida como la empresa suministradora de la carga de pago principal del satélite, constituida por una cámara de alta resolución, con canales pancromático y multi-espectral. A medida que avanzaban los proyectos, el área de instrumentación óptica de SENER iba recibiendo nuevos contratos.

El satélite Gaia, un programa de la ESA para componer el mayor mapa conocido de nuestra galaxia a través de dos potentes telescopios, contará también con equipos de SENER. La empresa ha entregado recientemente el modelo de vuelo del mecanismo de reenfoque del espejo secundario (denominado M2M), un notable equipo que permite ajustar dicho espejo con enorme precisión (tiene 5 grados de libertad y resoluciones de movimiento de decenas de nanómetros). Y en Meteosat Tercera Generación (MTG), el satélite de la ESA que facilita información meteorológica de África y Europa, SENER ha fabricado un primer prototipo del mecanismo de barrido o escáner de la futura cámara visible (*Flexible Combined Imager*, FCI), cuyas precisiones de movimiento se cifran en décimas de segundo de



arco. La cámara FCI podrá obtener imágenes de mejor resolución radiométrica y mayor precisión espacial y temporal de las condiciones atmosféricas, de nubosidad, humedad y fuego, una información que repercutirá en unas predicciones meteorológicas más exactas y permitirá poner en marcha eficaces operativos de emergencia ante catástrofes naturales, por ejemplo.

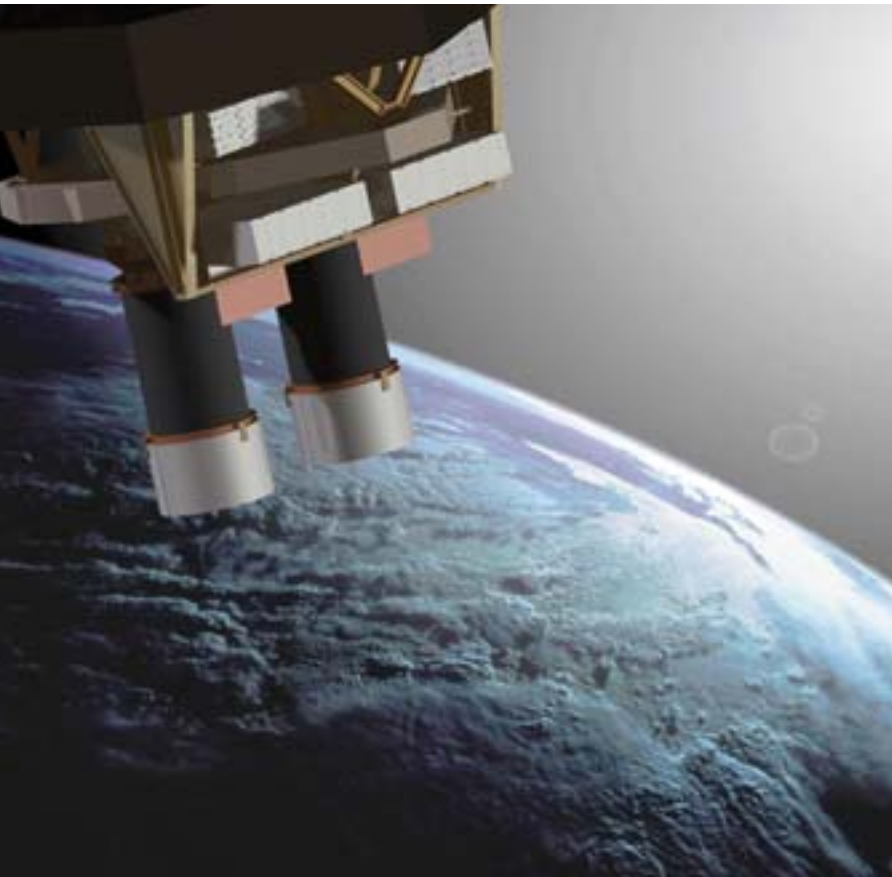
Un presente cargado de proyectos

Hoy en día, SENER es contratista principal en instrumentación óptica para aplicaciones científicas, especialmente en el campo de la astronomía y la astrofísica, tanto en sistemas de formación de imágenes como en espectroscopia. En este campo, la empresa participa en el proyecto World Space Observatory – Ultraviolet (WSO-UV), un gran telescopio en órbita comparable en interés científico a los canales UV del telescopio Hubble. SENER es suministrador del instrumento ISIS (*Imaging and Slitless Spectroscopy Instrument for Surveys*), compuesto por dos cámaras

Arriba a la izquierda: mecanismo de ensayo del satélite Meteosat Tercera Generación en las instalaciones de SENER.

Arriba a la derecha: imagen artística del planeta extrasolar del tamaño de Júpiter HD 189733b, una de las líneas de investigación del Hubble.

Debajo: imagen artística del satélite Meteosat Segunda Generación.



© ESA

Arriba: imagen artística del Satélite Español de Observación de la Tierra SEOSAT/INGENIO. **Abajo:** configuración del instrumento óptico del satélite SEOSAT/INGENIO desarrollado por SENER.

de alta sensibilidad capaces de tomar imágenes del ultravioleta lejano. La empresa también está realizando un estudio de viabilidad para la cámara de radiación infrarroja térmica del proyecto EUSO (*Extreme Universe Space Observatory*), que será instalado en el módulo experimental japonés de la Estación Espacial Internacional (ISS). Esta cámara estará destinada a la detección de partículas de alta energía en el espacio. Otros proyectos de astronomía con participación de SENER son el E-ELT (*European Extremely Large Telescope*) que desarrolla el ESO, para el que SENER ha diseñado el instrumento HARMONI (*High Resolution Monolithic Optical/Near Infrared*), un espectrógrafo del infrarrojo cercano, o el estudio de viabilidad SOL2 para permitir la

comunicación de aeronaves en el espacio profundo a través de enlaces ópticos basados en láser.

Dentro de las misiones de exploración planetaria de la ESA, SENER participa en la misión ExoMars de exploración a Marte. En concreto, la empresa lleva a cabo, entre otros proyectos, un espectrómetro para la carga de pago científica de uno de los vehículos rover que van a ser enviados al planeta rojo para analizar muestras de minerales y rocas marcianas. El espectrómetro Raman obtendrá información de la estructura y composición molecular de las muestras. También con la vista puesta en Marte, la empresa participa en el desarrollo del instrumento SOLID (*Signs Of Life Detector*) para descubrir señales de vida en el planeta mediante fluorescencia de marcadores biológicos detectados por un sistema óptico en muestras de campo sometidas a procesos químicos.

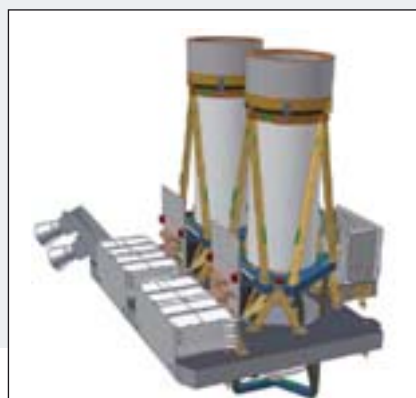
La actividad del grupo de sistemas ópticos en proyectos espaciales se ha reforzado además con la reciente incorporación de la empresa NTE-SENER, especializada en mecatrónica de precisión para astronomía. Excelentes ejemplos son las ruedas de filtro para el espectrógrafo multiobjeto OSIRIS del Gran Telescopio de Canarias (GTC) y, sobre todo, el Mecanismo de Alineamiento del Espejo Secundario para este mismo telescopio. A la par, la experiencia de SENER en aplicaciones militares deja la puerta abierta a nuevos proyectos en este campo.

Sea de uso científico o militar, en aplicaciones terrestres o espaciales, el desarrollo de sistemas ópticos exige una incesante inversión en innovación tecnológica. SENER, fiel a su cultura de la excelencia, sigue trabajando en la mejora de instalaciones para poder integrar y validar sistemas ópticos complejos o en capacidades de diseño en electrónica de video, área fundamental para controlar las prestaciones finales de un sistema óptico. Todo para consolidarse como empresa de referencia, dentro del panorama nacional, y posicionarse como jugador relevante en Europa a medio plazo, en este complejo campo de alta tecnología como es el desarrollo de sistemas ópticos. ■■

SEOSAT/INGENIO, EL PROGRAMA CLAVE.

SENER ha sido seleccionada como empresa suministradora de la carga de pago principal de satélite español SEOSAT/INGENIO, constituida por un instrumento óptico de alta resolución en bandas espectrales pancromática y multi-espectral, para aplicaciones en cartografía y teledetección. En este proyecto, SENER ha realizado la ingeniería de sistemas y el diseño ópto-mecánico completo del instrumento, coordinando a su vez los labores del consorcio, compuesto por THALES España (responsable de módulo electrónico)

e INTA (responsable de estudios ópticos específicos y AIV del instrumento). La carga de pago principal está constituida por dos cámaras idénticas, con re-



solución de 2.5 m en canal pancromático y 10 m en cada una de las cuatro bandas multi-espectrales (R, G, B, NIR). Cada cámara cubre un ancho de traza de 30 km para proporcionar en conjunto los 60 km requeridos al instrumento y está basada en un diseño óptico de tipo Korsch, con una focal de 3,6 m y una apertura de 254 mm. El sistema óptico, constituido por tres espejos cónicos en eje, permite producir imágenes en el ancho rango espectral requerido, cumpliendo unas condiciones muy exigentes tanto en términos de calidad de imagen (MTF) como de relación señal-ruido.