

INFORME TÉCNICO



EQUIPOS DE ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO PARA EL SECTOR ESPACIAL

El espacio es infinito; y no tiene piedad: los satélites que orbitan la Tierra sufren sus efectos. Las diferencias extremas de temperatura entre la cara iluminada por el sol y la cara en sombra de la Tierra constituyen el principal factor que afecta a la órbita de los satélites. Debido a que no es posible realizar trabajos de mantenimiento y reparación, todos los materiales y los componentes, así como el satélite en sí mismo deben someterse a ensayos exhaustivos en los que la resistencia a la temperatura y el vacío sea una parte fundamental de los mismos.

LOS SATÉLITES Y LAS CONDICIONES EN LAS QUE DEBEN FUNCIONAR

Comunicación e Internet, pronósticos meteorológicos o programas de televisión: el ser humano moderno ya no concibe la vida sin los servicios cuya existencia debemos a los satélites, que conforman la base de la interconexión global. Alrededor de la Tierra orbitan más de dos mil satélites en funcionamiento¹, además de la Estación Espacial Internacional.

El vacío y las temperaturas extremas plantean unas enormes exigencias a los materiales y los equipos técnicos; así, por ejemplo, durante la fase en que la Luna está iluminada por el Sol, la temperatura puede alcanzar +120 °C, mientras que durante la fase oscura aquella puede bajar hasta -130 °C². A ello habría que añadir la temperatura interna generada en el espacio por, por ejemplo, los sistemas electrónicos de control de los equipos técnicos. Por todo ello, el reto que plantea el desarrollo de satélites consiste en proteger los sensibles equipos técnicos tanto frente a un sobrecalentamiento como a una avería por frío.

El vacío del espacio dificulta la tarea: mientras que en la Tierra puede compensarse la temperatura transmitiéndose calor por convección, ello no es posible en vacío. Las temperaturas del espacio, superiores a -270 °C, se generan principalmente por la radiación directa del Sol, dependiendo en parte de en qué medida el material absorba la radiación a la que esté expuesto; asimismo, el vacío influye en el estado físico de los fluidos: por ejemplo, los lubricantes se evaporan por la ausencia de presión atmosférica.

CONTROL DE LA TEMPERATURA EN EL ESPACIO

Para que el calor generado por el Sol no alcance una temperatura demasiado alta, se emplean materiales exteriores que reflejan gran parte de la energía radiante. Además, algunos satélites rotan alrededor de su propio eje para distribuir la radiación solar directa de una manera uniforme. Con el fin de garantizar que el interior del satélite cuente con la temperatura operativa correcta, se instalan sistemas de calefacción adicional que, al contrario que la radiación solar directa, permiten disponer de un acondicionamiento térmico definido; asimismo, los componentes pueden embalarse con material aislante.

En la primera fase del proceso de desarrollo de un satélite se emplean modelos térmicos que ayudan a calcular la evolución de la temperatura en el interior del satélite; posteriormente, dichos modelos se someten a ensayos en el banco de pruebas en unas condiciones tan reales como sea posible, en particular a una presión baja, temperaturas extremas y cambios rápidos de temperatura.

En la mayoría de los sectores, los productos solo se someten a ensayos exhaustivos en la fase de desarrollo, tras los cuales basta con hacer pruebas aleatorias para asegurar la calidad. Sin embargo, en el sector espacial se procede de una manera distinta: todos y cada uno de los satélites pasan por una serie de ensayos exhaustivos, cuya duración puede ser de varias semanas. Ello no solo se debe al enorme esfuerzo y costes que supone lanzar un satélite al espacio, sino también al hecho de que en el espacio no es posible llevar a cabo tareas de mantenimiento y reparación; además, debe garantizarse que el satélite no comprometa la integridad del lanzador durante el lanzamiento.

¹ <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/36582/umfrage/anzahl-der-satelliten-im-all-verteilt-nach-laendern/>

² <https://www.bernd-leitenberger.de/umgebungsbedingungen.shtml>

USO DE LA CÁMARA DE VACÍO TÉRMICO

Todos los ensayos de carga y funcionamiento de los satélites y los distintos componentes que albergan en su interior tienen lugar dentro de cámaras de vacío térmico, en las que tanto la presión como la temperatura pueden regularse con exactitud. En algunos casos, la cámara de vacío térmico debe tener unas dimensiones considerables, debido al objeto de ensayo; sin embargo, la mayoría de los satélites actuales son muy compactos: los satélites pequeños, denominados «Cube», tienen el tamaño de una caja de zapatos. Este tamaño reducido no solo permite un transporte más económico del satélite hasta la órbita; además, contribuye a reducir las posibilidades de que se produzcan daños por basura espacial o meteoroides. Otra ventaja reside en el hecho de que pueden someterse a ensayos en cámaras de vacío térmico notablemente más pequeñas, cuyos costes de adquisición y funcionamiento también son más bajos.

Las temperaturas del interior de las cámaras se regulan mediante sistemas de control de temperatura de alto rendimiento. En el panel de acondicionamiento térmico, que rodea al objeto de ensayo en forma de cilindro, se hace circular el medio de atemperación dentro de un circuito cerrado. A modo de ejemplo, puede generarse un rango de temperatura de entre -80 °C y $+180\text{ °C}$ empleando como medio un aceite que conduzca el calor; en función de los requisitos, dicho aceite se enfría mediante un refrigerante o se calienta por medio de un sistema eléctrico. Por ejemplo, pueden alcanzarse unas temperaturas más bajas por medio del nitrógeno presente en el panel de atemperación. Además de la temperatura transferida por la irradiación del panel de atemperación, en la zona de ensayo puede instalarse también una placa térmica sobre la que se coloca el objeto de ensayo; así, pueden simularse transferencias conducidas de calor.

MÉTODOS DE ENSAYO

Además de los sensores del satélite, se montan muchos otros que, entre otras tareas, se encargan de controlar la evolución de la temperatura de una manera minuciosa; asimismo, tienen por misión proporcionar todos los datos de medición y garantizar la seguridad del objeto de ensayo: si los componentes corren el riesgo de dañarse por una sobret temperatura, la temperatura en el interior de la cámara desciende de inmediato.

En los ensayos de equilibrio térmico se determina principalmente la distribución de la temperatura en el interior del satélite y se compara con los cálculos del modelo térmico. Si los resultados difieren, pueden retirarse elementos reflectantes presentes en la superficie del satélite, montarse elementos calefactores adicionales u optimizarse el aislamiento de componentes concretos. Por otro lado, el ensayo de ciclo térmico sirve para comprobar la funcionalidad del objeto de ensayo una vez se haya completado una cantidad definida de ciclos con un nivel cambiante de temperaturas. Asimismo, los ensayos de estrés y carga proporcionan información sobre los efectos que las condiciones extremas tienen en los objetos de ensayo.

CONCLUSIÓN

Los satélites resultan imprescindibles para contar con una red global de conexiones; además, para que sean rentables deben funcionar durante varios años de una manera fiable y prescindiendo de mantenimiento en condiciones extremas. Los sistemas de control de temperatura de alto rendimiento, como la serie PRESTO de JULABO, generan en las cámaras de vacío térmico las enormes temperaturas con las que los satélites y todos los sistemas y componentes necesarios para el espacio se someten a ensayos de una manera fiable y reproducible. Los dispositivos PRESTO son fáciles de manejar; además, son extraordinariamente flexibles y adaptables a requisitos específicos gracias a la amplia gama de sofisticados accesorios modulares. Nuestros expertos en el ámbito aeroespacial estarán encantados de responder en cualquier momento a sus preguntas.