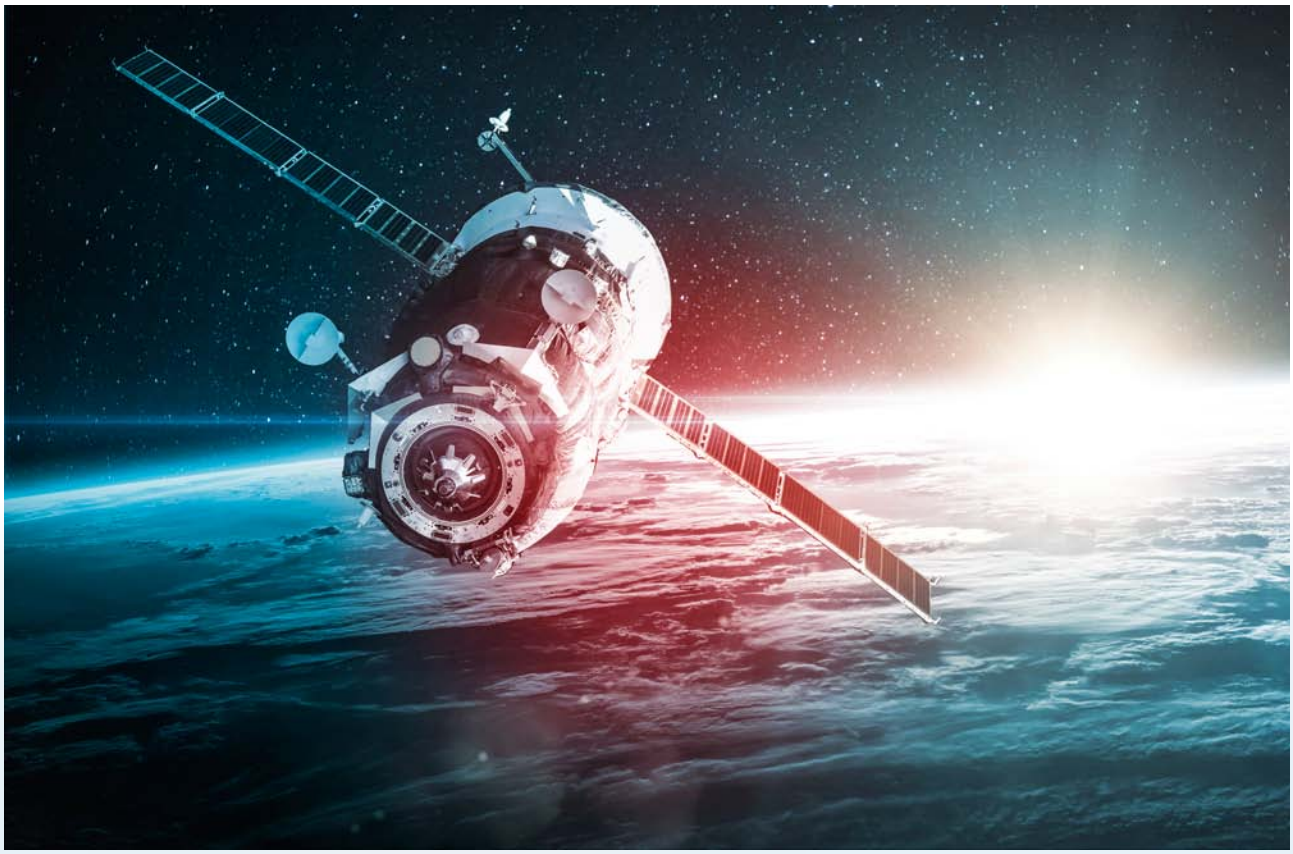
LAUDA

OCTUBRE 2026

APPLICATION NOTE

HASTA LA ÓRBITA TERRESTRE Y MÁS ALLÁ



Regulación de temperatura precisa para la industria de defensa: desde cámaras de vacío hasta pruebas de materiales

Ya se trate de satélites, cohetes, aviones o drones, en los sistemas terrestres fijos y móviles de la industria de defensa rara vez hay una segunda oportunidad. Los componentes deben funcionar de forma fiable en condiciones extremas: en el espacio, incluso en un vacío casi absoluto, a temperaturas muy superiores a las terrestres, durante años, sin posibilidad de mantenimiento ni reparaciones. Para que cada misión tenga éxito, todos los sistemas y componentes deben probarse y homologarse en condiciones realistas, y LAUDA ofrece la tecnología de regulación de temperatura precisa para tal fin: fiable, reproducible y utilizada en todo el mundo por empresas líderes en los sectores aeroespacial, de aviónica y de defensa.

La prueba más exigente antes del lanzamiento: la regulación de temperatura en una cámara de vacío térmico

La cámara de vacío térmico (TVAC, más conocida por sus siglas en inglés, TVC) es el instrumento de prueba principal tanto en la industria aeroespacial para uso civil como en los sectores de seguridad y defensa. Simula las condiciones extremas de las distintas capas principales de la atmósfera terrestre: casi vacío a presiones inferiores a 10^{-6} mbar y temperaturas correspondientes a las que estarán expuestos los componentes en su órbita posterior. Dado que los satélites, en función de su órbita, se ven sometidos a temperaturas de hasta 150 °C en el hemisferio iluminado de la Tierra, y de hasta –190 °C en el hemisferio oscuro, todos los componentes electrónicos, elementos estructurales y subsistemas deben soportar estas fluctuaciones extremas de temperatura sin sufrir daños.

A diferencia de otros sectores en los que el muestreo resulta suficiente para garantizar la calidad, en los viajes espaciales cada unidad se somete a una serie completa de pruebas, un proceso que puede durar varias semanas. Porque los errores que se detectan una vez en el espacio son, sencillamente, irreparables.

El principio de la regulación de temperatura de la TVC

En el interior de la cámara de vacío, la llamada cubierta – una estructura de pared templada hecha de acero inoxidable – rodea la muestra de ensayo de forma cilíndrica. El medio de regulación de la temperatura se bombea a través de esta pared doble a un circuito cerrado. Dado que la transferencia de calor por convección no es posible en el vacío, el intercambio de calor entre la cubierta y la muestra de ensayo se produce exclusivamente a través de radiación térmica. Por consiguiente, el equipo de termorregulación debe mantener la temperatura de la cubierta de forma extremadamente precisa y estable, y aplicar cambios de temperatura dinámicos de manera rápida y reproducible.

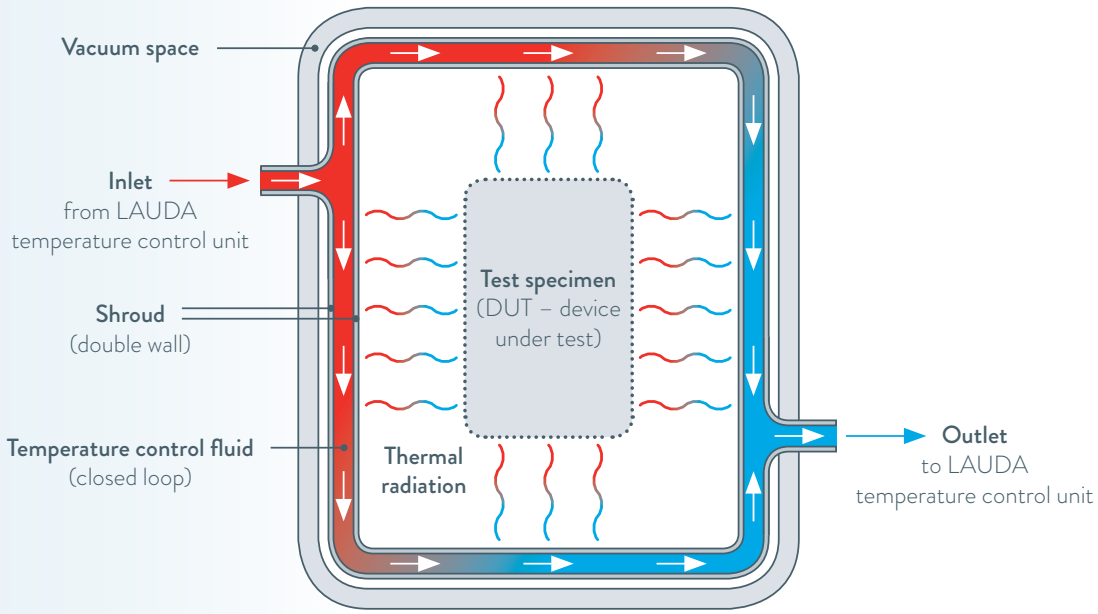


Figura 1:
Esquema de una cámara de vacío térmico



Figura 2:
Un LAUDA Integral conectado a una cámara de vacío térmico

Resumen de los procedimientos de ensayo
Normalmente, en los ensayos de las TVC se emplean tres métodos:

- **Ensayo de ciclos térmicos:**
La muestra de ensayo se somete a un número definido de ciclos de temperatura que alternan entre temperaturas bajas y altas. La funcionalidad se comprueba después de cada ciclo. Los rangos de temperatura típicos para los componentes electrónicos se sitúan entre −40 y 80 °C, pero pueden ampliarse considerablemente en función de la aplicación. Para las aplicaciones con mayores exigencias en cuanto a potencia de frío, LAUDA emplea nitrógeno líquido en escenarios de prueba especiales para lograr de forma fiable temperaturas inferiores a −100 °C.

- **Ensayo de equilibrio térmico:**
Sirve para validar el modelo matemático térmico del satélite o componente correspondiente. Se determina la distribución térmica en el interior y se compara con los cálculos. Las desviaciones conllevan ajustes en el aislamiento, los reflectores o los elementos calefactores.

- **Ensayo de estrés térmico:**
Con objeto de determinar los límites de los componentes y verificar los márgenes de seguridad, se superan deliberadamente las condiciones extremas, incluidas temperaturas que van desde menos de −100 °C hasta muy por encima de los 100 °C.

Soluciones de temperatura de LAUDA para cámaras de vacío
Los termostatos de proceso Integral XT de LAUDA se utilizan en cámaras de vacío térmico en todo el mundo. Su principal ventaja reside en la combinación de un rango de temperatura amplio, una estabilidad térmica elevada y una bomba potente, características esenciales para la compleja regulación de temperatura de la cubierta. Las variantes refrigeradas por agua permiten una integración especialmente compacta y eficiente en entornos de ensayo angostos donde, debido a la infraestructura existente, no es posible una circulación de aire suficiente para el uso de un equipo de termorregulación refrigerado por aire.

Para aplicaciones que requieren temperaturas inferiores a −40 °C, como los ensayos de piezas de motores, sistemas de combustible o subsistemas de satélites en condiciones criogénicas, los termostatos de proceso Integral de LAUDA con tecnología de refrigeración de dos etapas complementan la gama de productos. Su amplio rango de temperatura, que llega hasta los −90 °C, permite incluso las homologaciones a bajas temperaturas más exigentes.

Por su parte, los enfriadores de circulación Ultracool de LAUDA se utilizan para enfriar las propias bombas de vacío, que generan una cantidad considerable de calor residual en el entorno de la TVC, aplicación que resulta fundamental para el funcionamiento estable de la cámara.

LAUDA ofrece opciones de interfaz flexibles para la integración de los sistemas: las interfaces analógicas y digitales, así como las conexiones de bus de campo, permiten una integración impecable en entornos de ensayo automatizados y controles de bancos de ensayo superiores.

Ensayo de estrés para sistemas terrestres: la cámara de simulación ambiental
En los sectores de seguridad y defensa, los ensayos de estrés garantizan que los componentes críticos para la misión sean capaces de soportar unas presiones físicas, climáticas y electrónicas extremas. De este modo, en la simulación ambiental, estos componentes se exponen a condiciones extremas como niebla salina, humedad elevada, cambios bruscos de temperatura y polvo del desierto para prevenir la corrosión y los fallos. Los equipos de termorregulación precisos y fiables, como el Integral XT de LAUDA, permiten simular con exactitud estas condiciones de temperatura, desde el frío extremo hasta las altas cargas térmicas, garantizando así que los resultados de los ensayos cumplan con los estándares militares.

Otros ámbitos de aplicación:
pruebas de materiales y sistemas de sensores
Además de la regulación de temperatura y la simulación ambiental para cámaras de vacío, LAUDA presta servicio a otros dos ámbitos de aplicación estrechamente relacionados en la industria aeroespacial.

Pruebas de materiales a temperaturas extremas
Los materiales utilizados en los sectores aeroespacial y de defensa, desde resistentes aleaciones de aluminio hasta aleaciones de titanio, pasando por plásticos reforzados con fibra, deben demostrar de forma fiable sus propiedades mecánicas en un amplio rango de temperaturas. Los métodos de ensayo estandarizados, como el **ensayo de flexión por impacto según Charpy (DIN EN ISO 148-1)** y los ensayos de flexión y de caída, requieren un preacondicionamiento preciso de las muestras de ensayo a temperaturas de ensayo definidas, muy por debajo o por encima de la temperatura ambiente.

Los requisitos decisivos para los equipos de termorregulación, además de los límites de temperatura alcanzables, son principalmente **la abertura** y **la profundidad del baño, la reproducibilidad, la uniformidad de la temperatura en el baño** y **la velocidad** de transferencia: especialmente en el ensayo de flexión por impacto según Charpy, la muestra debe transferirse a la máquina de ensayo en cuestión de segundos tras el acondicionamiento, dado que cualquier retraso distorsiona el resultado.

Los termostatos de baño Proline Kryomate y Universa MAX permiten este preacondicionamiento, ya que generan unas temperaturas de baño estables y uniformes, al tiempo que ofrecen unos tiempos de estabilización breves, lo que constituye la base para obtener unos resultados de ensayo comparables y conformes a las normativas.

Regulación de temperatura y calibración de sensores
Los sistemas aeroespaciales y de defensa modernos dependen de multitud de sensores de alta precisión: los sensores de temperatura, los sensores inerciales, los giroscopios y los acelerómetros deben estar calibrados con precisión en todo su rango de temperatura de funcionamiento. Las variaciones de temperatura o las imprecisiones en las mediciones que pueden parecer insignificantes a temperatura ambiente pueden, en la práctica, provocar errores críticos de navegación o control.

Los equipos y sistemas de termorregulación de LAUDA brindan el entorno de temperatura preciso y estable que resulta fundamental para la calibración de dichos sensores. Ya se trate de termostatos de refrigeración para la realización de calibraciones a baja temperatura o de termostatos de baño para la caracterización a alta temperatura, las distintas líneas de equipos de LAUDA cubren en conjunto una gama de temperaturas de −90 a 320 °C.

LAUDA: competencia fiable a nivel mundial
En las industrias aeroespacial, de seguridad y de defensa, un aspecto destaca sobre todos los demás: la fiabilidad. Los equipos y sistemas de termorregulación de LAUDA se emplean en instituciones de investigación y desarrollo, integradores de sistemas y proveedores de servicios de ensayo en todos los continentes, desde laboratorios de pruebas de satélites europeos hasta empresas espaciales estadounidenses, pasando por empresas de defensa en numerosos países de todo el mundo.

Como socio eficiente, LAUDA ofrece una amplia gama de productos, desde equipos de laboratorio compactos hasta soluciones de proceso personalizadas, duraderas y de fácil mantenimiento.

En eso consiste la filosofía de LAUDA: ›juntos, mejoramos el mundo con temperaturas exactas‹.

LAUDA DR. R. WOBSER GMBH & CO. KG
Laudaplatz 1 • 97922 Lauda-Königshofen • Alemania
www.lauda.de/es