



DISCOVER - EL MEJOR ANALIZADOR
MECÁNICO DINÁMICO DEL MUNDO

**Descubra
un nuevo
DMA
que
proporciona**

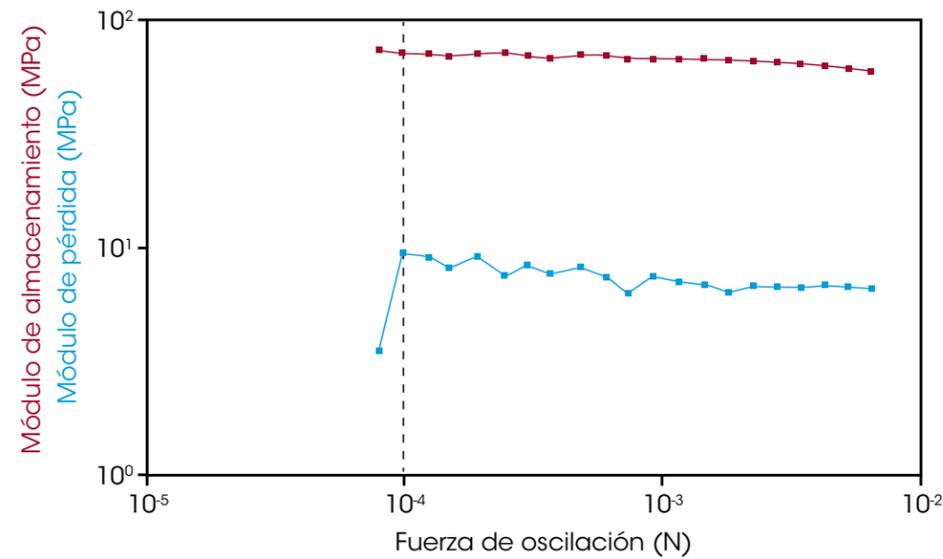
**Sensibilidad
sin igual**

**Rendimiento
superior:**

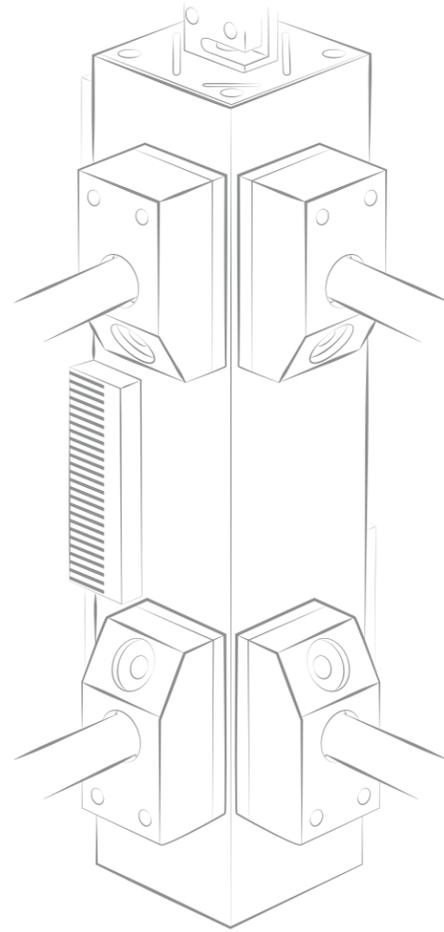
**Máxima
versatilidad**

EL DMA MÁS SENSIBLE DEL MUNDO

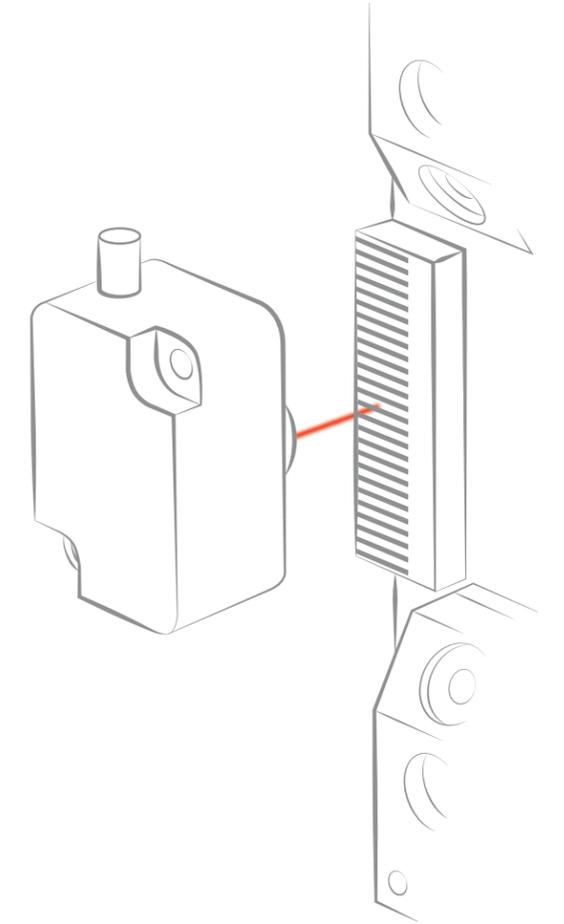
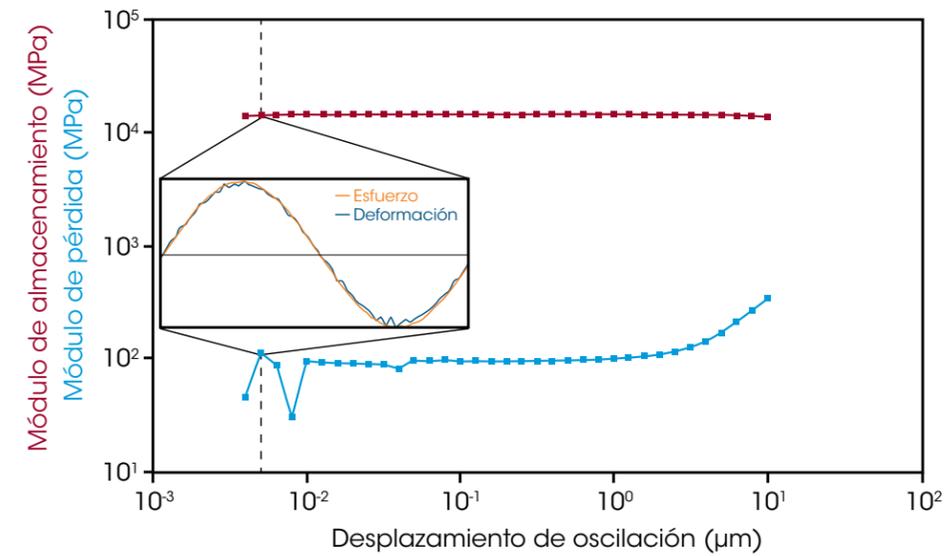
para medir las **fuerzas más bajas...**



Fuerzas de 0,1 mN

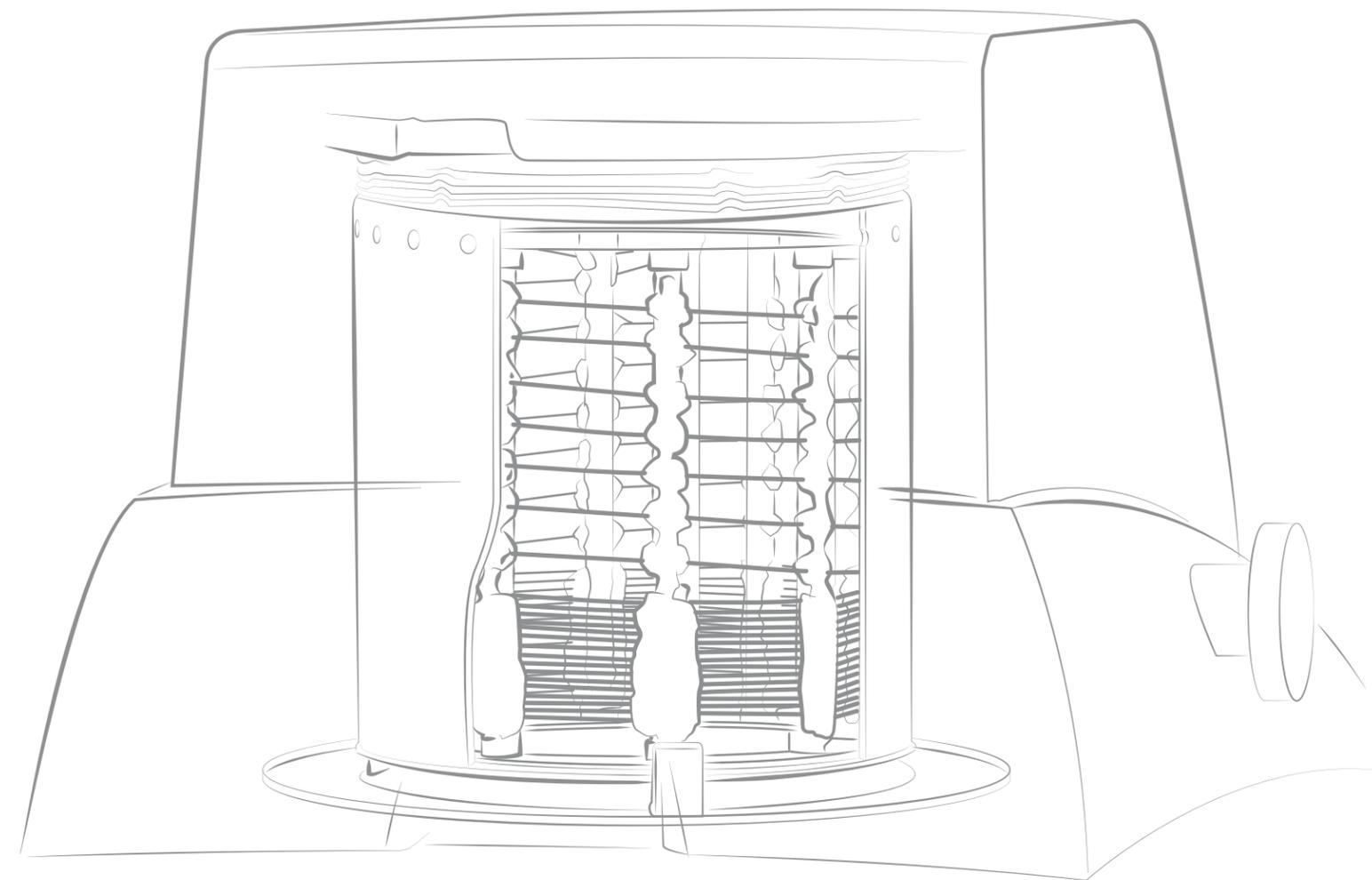


*Desplazamientos
de oscilación de 5 nm*

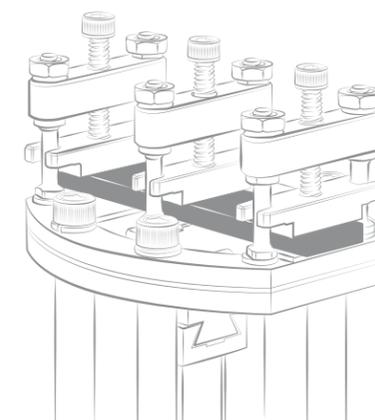


...y DESPLAZAMIENTOS MÁS PEQUEÑOS

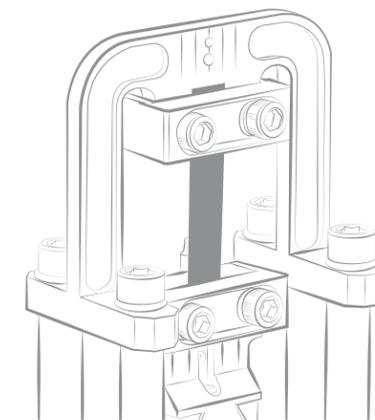
con sistemas confiables, ambientalmente
eficientes



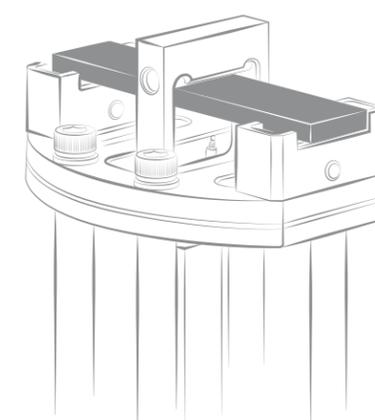
...y abrazaderas optimizadas para
PRECISIÓN y FACILIDAD DE USO



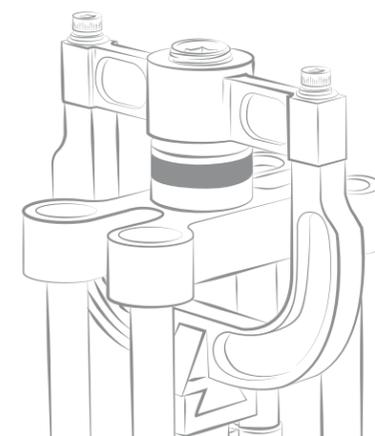
Soporte



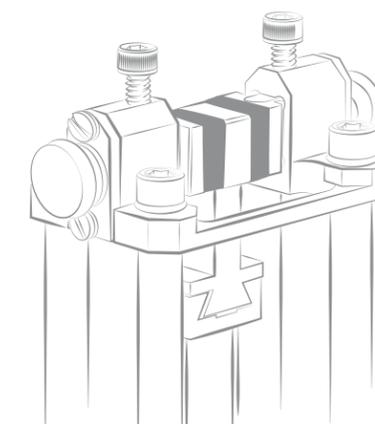
Tensión



Flexión de 3 puntos



Compresión



Corte

TA Instruments lo invita a experimentar lo último en Analizadores mecánicos dinámicos, el Discovery DMA 850. Al basarse en tecnologías superiores del mejor DMA del mundo, las mejoras en cada aspecto del desempeño del DMA ofrecen la medición más precisa y reproducible de las propiedades mecánicas en un rango de temperatura mayor. ¡Nunca fue tan fácil obtener datos excelentes de DMA!

Características y ventajas:

- El motor sin contacto, de poca masa ofrece fuerzas continuas de 0,1 mN a 18 N para medir todo, desde materiales blandos a duros
- El diseño de cojinete de aire de baja fricción, sin fricción, garantiza sensibilidad y precisión superior
- La exclusiva tecnología de codificación óptica proporciona una resolución de 0,1 nm en un rango continuo de recorrido de 25mm, para lograr una excelente versatilidad de pruebas
- Los nuevos controles DirectStrain™ y de oscilación automática inteligente le permiten medir al más amplio rango de frecuencias y dureza de la muestra para obtener los mejores datos, la primera vez y todas las veces
- Opción de dos sistemas ambientales dedicados para un control preciso y de alta fidelidad, en las condiciones de análisis relevantes
- Los exclusivos sistemas de enfriamiento por aire brindan enfriamiento controlado eficaz hasta -100 °C sin el costo o la incomodidad del nitrógeno líquido
- Las abrazaderas de poca masa y alta rigidez, diseñadas específicamente, son fáciles de usar y garantizan la repetibilidad de los datos
- Nueva e innovadora pantalla táctil de estilo de aplicación, One-Touch-Away™, que pone al alcance de sus manos la funcionalidad del instrumento, mejorando su uso y facilitando más que nunca la obtención de datos
- El potente software TRIOS proporciona una configuración simple y ejecución por medio de interfaces de análisis separadas, diseñadas para usuarios noveles o expertos
- Compromiso con la calidad avalado por la **ÚNICA** garantía de cinco años para hornos de la industria, para su tranquilidad



Motor de transmisión directa de alta fidelidad

El motor sin contacto del DMA 850 aplica tanto la deformación dinámica como la estática sobre el rango de movimiento total de 25 mm, lo que proporciona un control excepcional en todos los modos y las posiciones de abrazadera.

El motor está construido con compuestos livianos de alto desempeño que maximizan la rigidez axial y torsional al minimizar la inercia del sistema. La electrónica de control sofisticado permite el más rápido **control del motor en el más amplio rango continuo de fuerza, de 0,1 mN a 18 N**. Esto permite que el sistema capture el más amplio espectro de propiedades materiales con el máximo nivel de sensibilidad y precisión. Estos controles de precisión además ofrecen amplias mejoras en la respuesta transitoria, que incluye una respuesta de desplazamiento de pasos de 50 ms, además de una mejora de 100x en la precisión del control de esfuerzo.

A diferencia de los diseños de motor de la competencia, que proporcionan alta fuerza o alta resolución, o requieren motores inferiores separados para el recorrido lineal, el DMA 850 alcanza un rango continuo de recorrido lineal y medición de fuerza de alta resolución.

Soporte de cojinetes de aire, rígido y sin fricción

El motor de empuje sin contacto transmite la fuerza directamente hasta una corredera de cojinetes de aire rectangular. La corredera atraviesa ocho cojinetes de aire de carbón poroso. El gas presurizado forma una superficie libre de fricción que hace posible que la corredera "flote". La corredera se conecta directamente con el eje impulsor y la abrazadera de muestra para un desplazamiento sin fricción de 25 mm sin igual. La forma rectangular del eje impulsor acaba por completo con el movimiento fuera del eje.

TA Instruments es el único en implementar la tecnología de cojinetes de aire sofisticada para las mediciones de DMA. Los sistemas sin esta característica de diseño sufren de un control deficiente de la deformación en los diseños no compatibles, o sensibilidad disminuida cuando se implementa la guía con resortes.

Codificador óptico de alta resolución y amplio rango

Al estar basados en patrones de difracción de luz por medio de rejillas, los codificadores ópticos proporcionan una resolución excepcional en rangos muy amplios, en comparación con los de LVDT utilizados en los dispositivos de la competencia. Debido a la excelente resolución de 0,1 del codificador óptico, se pueden medir con precisión amplitudes muy pequeñas. La sensibilidad mejorada del codificador óptico, en combinación con los controles perfeccionados del motor, resulta en **desplazamientos hasta 100 veces más pequeños que la tecnología de empuje anterior, que incluye el control de los desplazamientos de tan solo 5 nm**.

El motor sin contacto, el soporte de cojinetes de aire sin fricción y el codificador óptico de rango amplio brindan una flexibilidad sin igual para muestras grandes y pequeñas, materiales que se deforman, expanden o contraen durante un experimento, y la aplicación de deformaciones estáticas y transitorias.



Una medición mecánica precisa se basa en una base que transfiera completamente toda la deformación del motor a la muestra, al mismo tiempo que elimine cualquier influencia de factores externos, como una resonancia del sistema, una variación térmica o una deformación del gabinete.

Mecánica optimizada

Los componentes de la unidad crítica de DMA 850 están montados dentro de un gabinete de aluminio de alta rigidez que está sujeto con firmeza a una estructura de instrumentos optimizada para FEA. Los sistemas de la competencia, basados en bastidores móviles, colgantes o sobre montaje ligero, presentan restricciones en cuanto a su eficacia de frecuencia-rango por la combinación de la rigidez de la muestra y la resonancia del sistema. El diseño rígido del DMA 850 supera esta limitación, al brindar valores de $\tan \delta$ y módulos en el más amplio rango de rigidez de la muestra y frecuencias de medición.

Calibración más rápida

La nueva mecánica del sistema logra que las calibraciones de rutina sean más rápidas y más fáciles que nunca. Las rutinas de calibración rápidas y sólidas guían al usuario para una mejor precisión de medición en un **80 % menos de tiempo** que la tecnología de DMA anterior. Dedique menos tiempo al mantenimiento de su instrumento y más tiempo a obtener datos de materiales valiosos.

Transductor de temperatura controlada

El transductor cuenta con temperatura controlada para eliminar la variación provocada por los cambios de temperatura de la muestra o el entorno de laboratorio. El resultado es la plataforma más estable para la caracterización mecánica de materiales, incluso en las condiciones más extremas. El DMA 850 es el único instrumento de DMA que cuenta con un transductor de desplazamiento y fuerza controlado por temperatura, que brinda estabilidad y precisión de medición sin igual.



Estructura de instrumentos optimizada para FEA

EL RECUBRIMIENTO OPTIMIZADO y LA MECÁNICA DEL GABINETE proporcionan **PRECISIÓN DE MEDICIÓN SIN IGUAL**

El DMA 850 le ofrece la opción de dos sistemas ambientales dedicados: el horno estándar y el accesorio de DMA-RH para control de humedad y temperatura. La instalación es simple, lo que hace que sea simple alternar entre sistemas según sea necesario. Todos los accesorios y sistemas ambientales están específicamente diseñados para mediciones de DMA de alto rendimiento y una perfecta integración, y son fabricados por TA Instruments.

Horno estándar

El horno estándar del DMA 850 es un horno con bobinas de dos hilos, de amplio rango, que proporciona control de temperatura uniforme desde -160 °C hasta 600 °C. Este diseño probado en el campo proporciona un control eficaz y preciso de la temperatura en todo el rango de temperatura en calentamiento, refrigeración y operación isotérmica. Para un control de temperatura subambiente, el horno se utiliza en combinación con uno de los cuatro accesorios de refrigeración para satisfacer sus requisitos de análisis.

Un termopar de alta sensibilidad está cerca de la muestra para proporcionar una medición representativa de la temperatura de la muestra, independientemente del modo de deformación empleado.

Todos los hornos de
TA Instruments están
cubiertos por la

5

**ÚNICA GARANTÍA
DE AÑOS DE LA
INDUSTRIA**

Sistemas de control ambiental líderes en la industria



Accesorio de DMA-RH

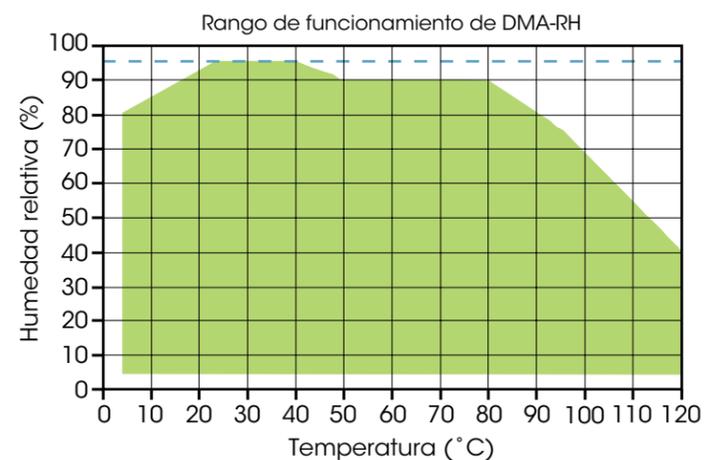
Este sistema ambiental de precisión proporciona control preciso de la temperatura de la muestra y humedad relativa para experimentos de DMA. Una cámara de temperatura y humedad diseñada a medida y optimizada para mediciones mecánicas proporciona un control estable y confiable de la temperatura y la humedad en un amplio rango de condiciones de temperatura. El sistema impide con éxito la condensación, algo que comúnmente ocurre en los entornos de humedad controlada e impide controlar con eficacia la humedad relativa. Los elementos Peltier estables y responsivos controlan con precisión la temperatura de la muestra, al tiempo que los controladores de flujo de masa digital calibrados entregan gas precalentado del ratio indicado para alcanzar la humedad objetivo.

El accesorio de DMA-RH ofrece el más amplio rango de temperatura y humedad relativa.

Rango de temperatura	5 °C a 120 °C
Exactitud de temperatura	±0,5°C
Velocidad de calentamiento/ enfriamiento	Máximo de ±1 °C/min
Rango de humedad	5 a 95 % Consulte el cuadro de rango operativo.
Precisión de humedad	de 5 a 90 % de RH ±3 % de RH más de 90 % de RH ±5 % de RH
Velocidad de aumento de humedad (aumento o disminución)	2 % de RH/min. (fijo)

El accesorio DMA-RH es una unidad completamente integrada e incluye los siguientes componentes de hardware:

- 1 La cámara de muestra se monta directamente en el DMA. Los elementos Peltier de la cámara controlan con precisión la temperatura a $\pm 0,1$ °C. La cámara de muestras adapta las abrazaderas del DMA estándar (tensión, soporte y flexión de 3 puntos).
- 2 Una línea de transferencia de vapor calentado se mantiene a una temperatura superior al punto de condensación del gas humidificado a fin de evitar la condensación y proporcionar resultados precisos.
- 3 El accesorio DMA-RH contiene el humidificador y los dispositivos electrónicos que monitorean y controlan, de manera continua, la temperatura y la humedad de la cámara de muestras.

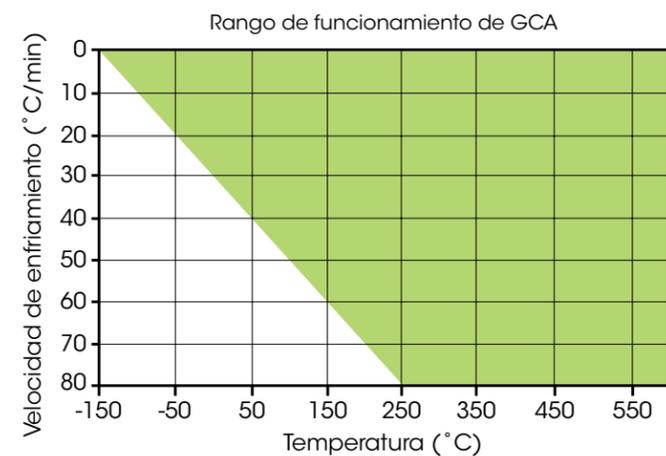




Accesorio de enfriamiento por gas (GCA)

El GCA amplía el rango de funcionamiento del DMA 850 hasta $-150\text{ }^{\circ}\text{C}$. Utiliza gas nitrógeno controlado generado a partir de la evaporación controlada del líquido nitrógeno. El llenado automático del tanque puede programarse para que se produzca después de que se complete el barrido.

El GCA proporcionará velocidades de enfriamiento balísticas o controladas sobre todo el rango de funcionamiento del DMA 850 (-150 a $600\text{ }^{\circ}\text{C}$). En general, la velocidad de enfriamiento máxima es una función de la abrazadera instalada y de las características térmicas de la muestra. La figura a continuación muestra el rango típico* de velocidades de enfriamiento controladas disponibles como una función de la temperatura.



*El rendimiento real puede variar levemente en función de las condiciones del laboratorio y el sistema de abrazaderas instalado.

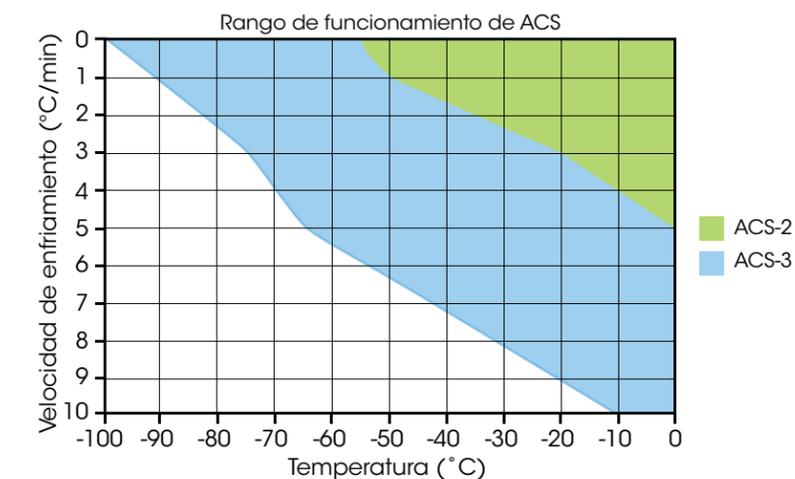
Enfriador por purga de nitrógeno (NPC)

El NPC es una opción de refrigeración económica que proporciona un rápido enfriamiento y calentamiento controlado a temperaturas tan bajas como los $160\text{ }^{\circ}\text{C}$. El diseño innovador purga gas nitrógeno controlado (2 a 8 bar a $30\text{ L}/\text{min}$) por medio de un intercambiador de calor sumergido en un Dewar de 2,5 l lleno de nitrógeno líquido y dentro del horno. El diseño compacto minimiza los requisitos de espacio, y la capacidad de enfriamiento rápido hace que sea la opción ideal para aumentar la productividad de experimentos a baja temperatura.



Sistemas de enfriamiento por aire (ACS)

Los nuevos modelos de ACS ofrecen un sistema de enfriamiento por gas único que permite realizar pruebas a temperatura subambiente sin nitrógeno líquido. Disponibles en dos modelos, ACS-2 y ACS-3, los enfriadores cuentan con un diseño de compresores en cascada multietapa que puede utilizar aire comprimido (7 bar, $200\text{ l}/\text{min}$) como medio de enfriamiento. Los modelos ACS-2 y ACS-3 permiten la operación del DMA 850 con horno estándar a temperaturas mínimas, de hasta $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$ respectivamente. Los sistemas de enfriamiento pueden ayudar a eliminar o disminuir el uso de nitrógeno líquido y los peligros relacionados con este, de todos los laboratorios; y además, ofrecen una increíble rentabilidad.





El DMA 850 cuenta con abrazaderas en un conjunto completo de tipos de deformación, de manera que se pueda analizar con precisión un amplio rango de muestras y simular de cerca el proceso o las condiciones de aplicación del mundo real. Cada abrazadera está optimizada para precisión y facilidad de uso.

Características y ventajas de las abrazaderas:

- Los diseños de alta dureza y baja masa proporcionan máxima precisión del módulo
- La masa térmica baja reduce el tiempo de calibración de temperatura y optimiza la precisión y exactitud de la temperatura de transición
- Las calibraciones de la rigidez de las abrazaderas individuales garantizan la precisión y repetibilidad de los módulos, especialmente entre operadores
- La conexión simple mediante cola de milano es fácil de instalar y se alinea automáticamente, lo que aumenta la precisión y reduce el tiempo de instalación
- La cantidad limitada de componentes individuales reduce la complejidad, la falta de alineación y el error de medición
- El diseño innovador para mediciones como polvo y materiales sumergidos en un líquido
- Los NUEVOS diseños mejorados para tensión, compresión y abrazaderas mejora en gran medida la facilidad de uso al simplificar todavía más la alineación y lograr que la carga de la muestra sea más reproducible todavía

Solo TA ofrece abrazaderas que son fáciles de usar tal como están, sin los procedimientos complejos inherentes a los diseños de la competencia.



Soporte simple/doble

La flexión (fija) del soporte es un buen modo de uso general para evaluar termoplásticos y materiales altamente humedecidos (por ejemplo, elastómeros). Disponibles en longitudes de muestra de 8 mm, 20 mm y 35 mm, las abrazaderas de soporte se pueden utilizar en configuraciones simples o dobles. El soporte doble es ideal especialmente para medir la cura de plásticos termoestables admitidos.



Tensión

Las abrazaderas de tensión están diseñadas para la deformación uniaxial de películas y fibras. En los experimentos de oscilación, el instrumento utiliza métodos constantes y variables para aplicar una carga estática que impide el vuelco y creep innecesario. Una abrazadera de tensión con una película recientemente diseñada simplifica el mecanismo de la abrazadera para mejorar la facilidad de uso, la uniformidad de la abrazadera, e impide con eficacia el deslizamiento de la muestra. Las guías visuales ayudan a alinear las muestras de películas, y los soportes integrados simplifican el análisis de fibras. El recorrido continuo del DMA 850 hace que la carga de muestras en tensión sea especialmente conveniente.



Flexión de 3 puntos

La flexión de tres puntos o flexión libre, en general se considera un modo "puro" de deformación, dado que se eliminan los efectos del agarre con abrazaderas. Se encuentran disponibles recipientes de muestra de 5 mm, 10 mm, 15 mm, 20 mm, y 50 mm para adaptarse a un amplio rango de tamaños de espécimen y rigidez de la muestra. Un exclusivo diseño que cuenta con cojinete de bolas de baja fricción disponible en las abrazaderas de 20 mm y 50 mm mejora la precisión y la reproducibilidad del módulo y tiene en cuenta el giro o la curvatura en el espécimen de análisis.



Abrazadera de tres capas

Se colocan dos piezas de igual tamaño, del mismo material entre una placa fija y una móvil para la medición del módulo de la capa G. Este modo es ideal para materiales suaves como geles, adhesivos sensibles a la presión y resinas de alta viscosidad.



Compresión

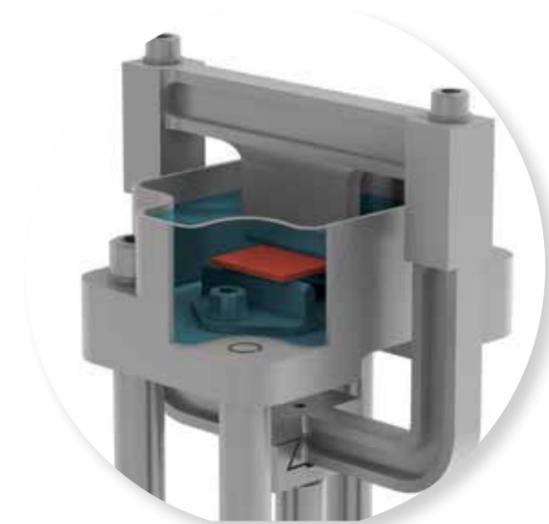
Las mediciones de compresión de placas en paralelo son ideales para materiales de módulo bajo a moderado, como espumas y elastómeros. También se pueden usar para medir la expansión o contracción, realizar análisis de pegamento de adhesivos, ajustar la presión de juntas tóricas de goma y mucho más. Un nuevo mecanismo de alineación automática garantiza el paralelismo de las placas superior e inferior, lo que mejora la uniformidad de esfuerzo y deformación, al tiempo que simplifica la interacción del usuario y mejora la precisión y exactitud del módulo.

El kit de compresión estándar incluye placas paralelas de 15 mm y 40 mm de diámetro, con un diseño ideal para mediciones de muestras de rigidez moderada a baja. El kit de penetración está diseñado para materiales de mayor rigidez y mediciones locales por medio del uso de sondas más pequeñas: hemisféricas, penetración de 1 mm o placa de 6 mm.

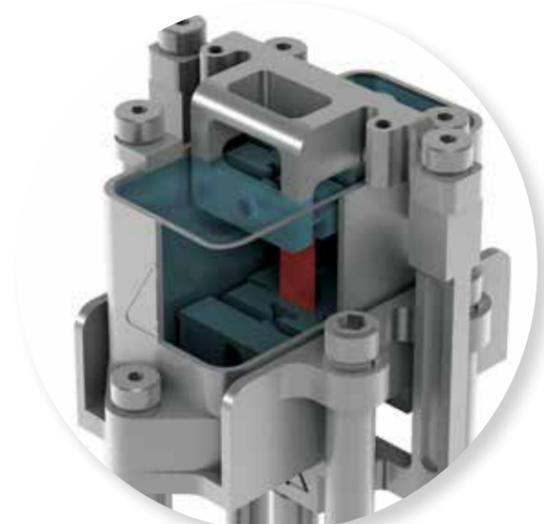


Abrazadera para polvo

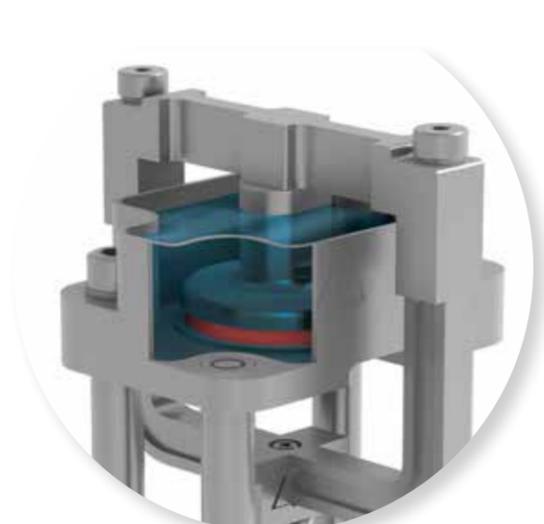
Las temperaturas de transición de polvos livianos pueden ser difíciles de medir mediante técnicas mecánicas. El accesorio para polvo del DMA 850 se utiliza en la abrazadera del soporte doble para observar las temperaturas de transición de materiales de polvos livianos mediante el DMA, combinando sensibilidad mejorada del análisis mecánico con preparación simple de la muestra de técnicas de caracterización de polvo.



Flexión de 3 puntos



Película



Compresión

Abrazaderas sumergibles

Las abrazaderas sumergibles para el DMA 850 están diseñadas específicamente para proporcionar las condiciones de prueba ideales para medir las propiedades mecánicas en un entorno líquido de hasta 150 °C.

- La temperatura de muestra precisa se obtiene mediante un termopar colocado dentro del depósito de líquido y cerca de la muestra
- La construcción de acero inoxidable inerte y el diseño libre de sello garantizan la compatibilidad con una amplia gama de líquidos
- Control de temperatura provisto por el horno estándar sin circuladores adicionales o sistemas ambientales

Modos de deformación y tamaño de la muestra

Soporte simple/doble	8/4* mm (L), hasta 15 mm (A) y 5 mm (A) 20/10* mm (L), hasta 15 mm (A) y 5 mm (A) 35/17,5* mm (L), hasta 15 mm (A) y 5 mm (A)
Flexión de 3 puntos	5,10 o 15 mm (L), hasta 15 mm (A) y 7 mm (A) 20 mm (L), hasta 15 mm (A) y 7 mm (A) 50 mm (L), hasta 15 mm (A) y 7 mm (A)
Tensión Película/fibra Fibra	5 hasta 30 mm (L), hasta 8 mm (A) y 2 mm (A) 5 a 30 mm (L), 5 denier (0,57 tex) a 0,8 mm de diámetro
Corte	10 mm cuadrados, hasta 4 mm (A)
Compresión	15 y 40 mm de diámetro, hasta 10 mm (A)
Sumergible Tensión Compresión Flexión de 3 puntos	Fijo en 15 mm (L), hasta 8 mm (A) y 2 mm (A) 25 mm de diámetro, hasta 10 mm (A) 5, 10 o 15 mm (L), hasta 15 mm (A) y 7 mm (A)

* Las longitudes son para un soporte simple o doble



El rendimiento revolucionario de DMA al alcance de sus manos

El DMA 850 cuenta con una nueva pantalla táctil de estilo de aplicación One-Touch-Away™ que mejora en gran medida la capacidad de uso al colocar al alcance de su mano características clave de los instrumentos.

- Diseño ergonómico para facilitar la visión y la operación
- Contiene un gran número de funcionalidades para simplificar la operación y mejorar la experiencia de los usuarios

La pantalla táctil de estilo de aplicación incluye:

- Inicio/detención de experimentos
- Fijación de temperatura
- Fijación de la posición de las abrazaderas
- Alternación de los modos del motor
- Medición de la muestra
- Señales en tiempo real
- Estado de los instrumentos y análisis de un vistazo

La pantalla táctil de tipo de aplicación, el nuevo y poderoso software TRIOS, y la calibración automática rápida trabajan a la perfección para mejorar notablemente los flujos de trabajo y la productividad de los laboratorios.



El paquete de software de avanzada de TA Instruments utiliza tecnología de avanzada para el control de instrumentos, la recopilación de datos y el análisis de datos para análisis térmico y reología. La interfaz de usuario intuitiva le permite simplificar y programar con eficacia los experimentos, y alternar con facilidad entre el procesamiento de experimentos y la visualización y el análisis de datos.



Características de TRIOS:

- Control de instrumentos múltiples con tan solo una PC y un paquete de software
- Superposición y comparación de resultados en distintas técnicas que incluyen DSC, TGA, DMA, SDT, TMA y reómetros
- Licencias ilimitadas y actualizaciones de software gratis de por vida
- Análisis repetido con un solo clic para mayor productividad

Calibración rápida y sencilla

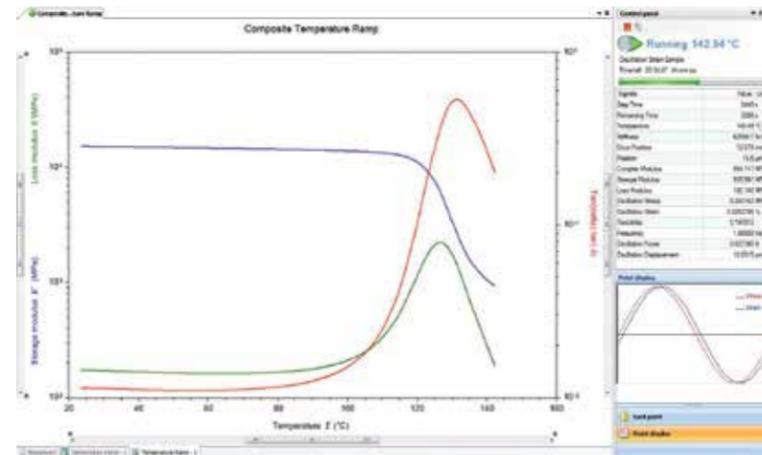
El software TRIOS elimina el esfuerzo para calibrar las abrazaderas y el DMA 850, ¡incluso para aquellos usuarios que no tienen experiencia previa con DMA! Las imágenes fotorealísticas y las instrucciones claras reducen el tiempo de capacitación del operador al guiarlo con procedimientos simples. Un informe de resumen presenta el estado de calibración de un vistazo y garantiza la integridad de los datos.



- Generación de informes personalizada automatizada: detalles experimentales, gráficos de datos y tablas, resultados de análisis
- Exportar datos con comodidad a texto sin formato, CSV, XML, Excel®, Word®, PowerPoint® y formatos de imágenes
- TRIOS Guardian opcional con firmas electrónicas para integridad de los datos y seguimiento de pistas de auditoría

Registro de datos completo

El sistema de recolección de datos avanzado guarda automáticamente todas las señales relevantes, las calibraciones activas y los ajustes del sistema. Las formas de onda para cada punto de datos se pueden visualizar como trazados Lissajous y proporcionar una representación visual de la relación de esfuerzo-deformación. El conjunto integral de información es invaluable para el desarrollo de métodos, la implementación de procedimientos y la validación de datos.



¡El software de control y ANÁLISIS más VERSÁTIL!

Capacidades completas de análisis de datos

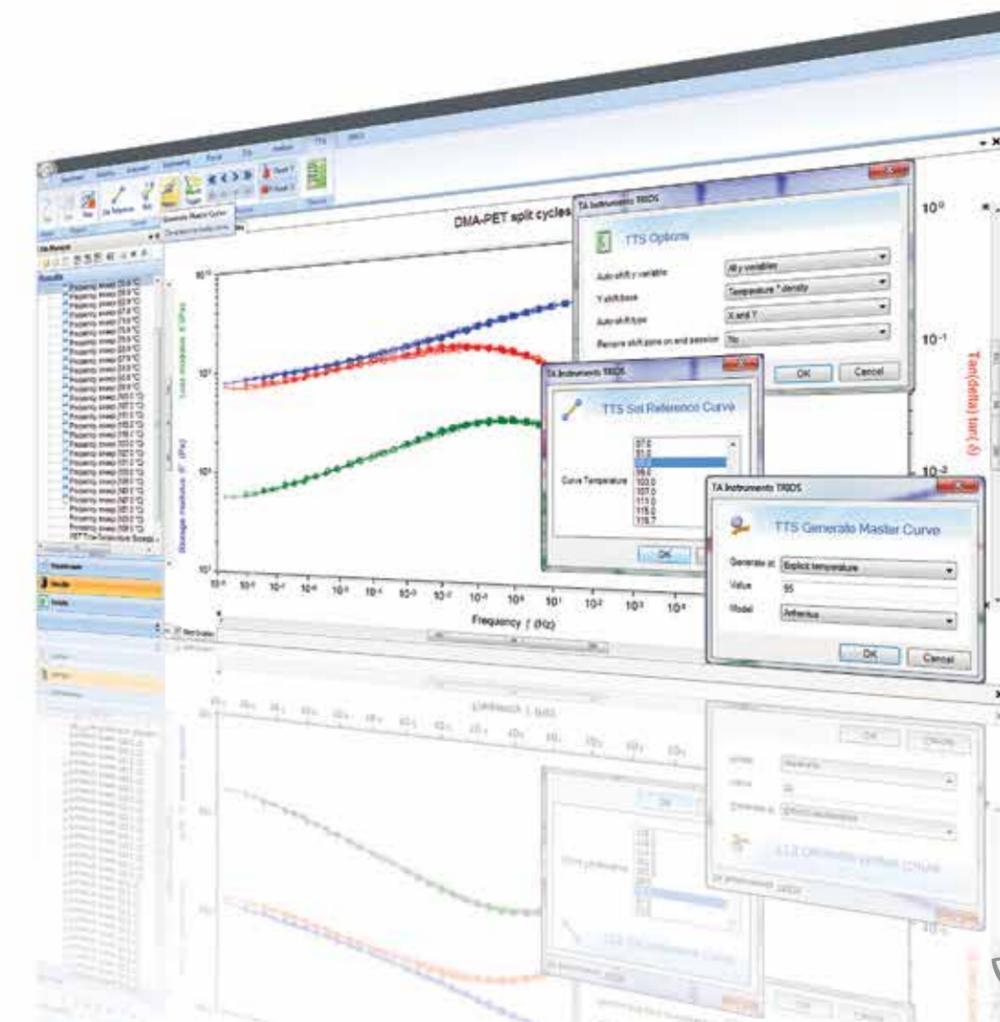
Se encuentra disponible un conjunto completo de herramientas relevantes para análisis de datos en tiempo real, incluso durante experimentos. Obtenga datos prácticos sobre el comportamiento de su material, mediante un conjunto potente y versátil de características que se integran a la perfección en TRIOS.

Todos los análisis de DMA estándar:

- Análisis inicial y final
- Máximo y mínimo de señal
- Cambio de señal
- Cruce de módulo
- Valores de curva en puntos específicos de X o Y
- Derivados 1^{ro} y 2^{do}
- Área debajo de la curva
- Altura pico
- Integración pico e integral en ejecución
- Ajuste matemático: línea recta, polinomial o exponencial

Capacidades de análisis avanzadas:

- Análisis de superposición de tiempo-temperatura (TTS) con cambio automático de curvas y generación simple de curva maestra
- Cálculo de energía de activación
- Cálculo de coeficiente de WLF
- Trazados Cole-Cole y Van Gurp-Palmen
- Modelos incorporados para: espectro de relajación, interconversión de módulos y análisis de anillos de creep
- Análisis personalizado avanzado con variables y modelos definidos por el usuario



Diseño experimental

El DMA 850 está controlado mediante el potente software de análisis de datos y control de instrumentos TRIOS, que cuenta con una nueva y revolucionaria interfaz de programación de prueba de niveles múltiples. La interfaz **DMA Express** potencia a usuarios noveles al permitir que la programación de DMA sea simple y accesible, mientras que la interfaz **DMA Unlimited** acaba con las limitaciones de prueba, lo que permite que les dé a los usuarios avanzados una flexibilidad sin límites en el diseño experimental. Con el software TRIOS, nunca fueron tan sencillos y poderosos los experimentos de DMA.

DMA Express

La nueva interfaz **DMA Express** está diseñada específicamente para usuarios nuevos y aquellos que tienen requisitos experimentales simples y bien definidos. Los detalles de configuración de los análisis se presentan en formatos explicativos y fáciles de seleccionar que están previamente completados con valores predeterminados sensibles. Para uso rutinario y tipos de pruebas comunes, **DMA Express** acorta el tiempo de capacitación, reduce la posibilidad de errores en el diseño de experimentos e inspira confianza.

Modo de prueba	Pruebas disponibles
Oscilación	Barrido de frecuencia, barrido de deformación, barrido de esfuerzo, barrido de temperatura, aumento de temperatura, barrido de tiempo, barrido de temperatura (multifrecuencia)/TTS, aumento de temperatura (multifrecuencia), prueba de fatiga
Control de esfuerzo	Creep, recuperación de creep, TTS de creep, TTS, IsoStress
Control de deformación	Relajación de esfuerzo, TTS de relajación de esfuerzo, IsoStrain
Control de velocidad	Aumento de deformación, aumento de esfuerzo

▲ Oscillation ▼
Temperature Ramp ▼

Amplitude: μm
 Frequency: Hz
 Use current temperature
 Ramp from: $^{\circ}\text{C}$ to $^{\circ}\text{C}$
 Ramp rate: $^{\circ}\text{C}/\text{min}$
 Soak times
 at Start temperature: min
 at End temperature: min
 Estimated time to complete: 00:38:20 hh:mm:ss

DMA Unlimited

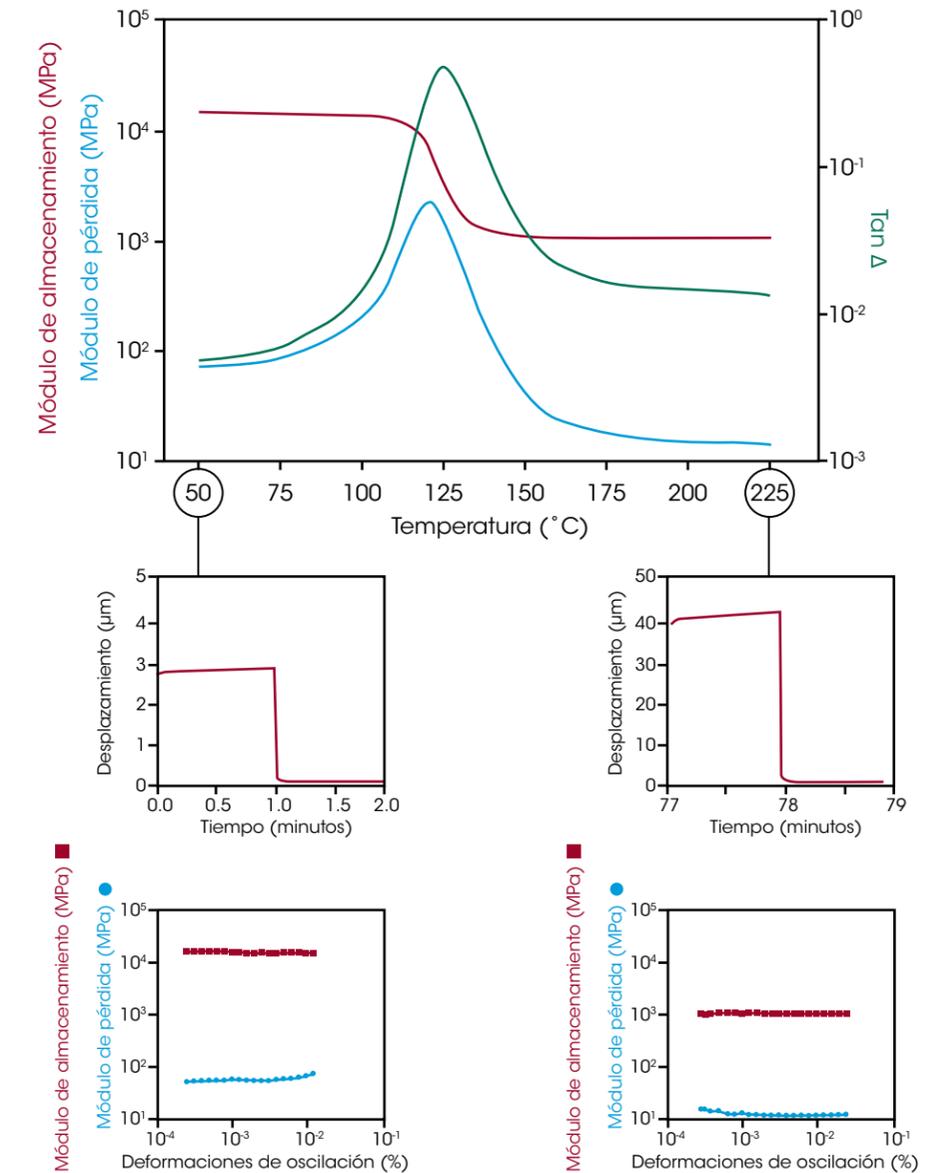
La interfaz **DMA Unlimited** le ofrece al DMA 850 la nueva y potente capacidad de secuenciar **todos y cada uno** de los modos y perfiles de deformación térmica en una sola prueba. Supera a los experimentos de programas y análisis de DMA convencionales que imitan condiciones complejas del mundo real por medio de una combinación ilimitada de 23 pasos disponibles. Elija entre modos de prueba de **DMA Express** centrales, además de capacidades avanzadas de acondicionamiento de muestras, deformación, terminación de pasos condicionales y capacidades de segmentos repetidos. ¡El único límite es su imaginación!

Controles de experimentos adicionales:

- Equilibrar o saltar a una temperatura fija, establecer el tiempo de Empapar en la temperatura objetivo
- Fijar o incrementar los niveles de humedad relativa, fijar el tiempo de Empapar en la RH objetivo
- Establecer o incrementar una fuerza/esfuerzo
- Establecer o incrementar un desplazamiento/deformación
- Establecer bucle y repetir pasos anteriores
- Almacenamiento de datos activado/desactivado, fijar intervalos de muestras de datos
- Controlar el estado del motor, los eventos externos, rellenar GCA

Secuencias de pruebas ilimitadas

La arquitectura del sistema avanzado del DMA 850 abre posibilidades de análisis mecánicos sin precedentes, que no están restringidos por las limitaciones inherentes a los instrumentos de DMA convencionales. Por primera vez, los procedimientos de análisis de diseño que contienen cualquier combinación de tipos de pruebas disponibles incluida la oscilación, la variación, el control de esfuerzo y deformación, el acondicionamiento mecánico y térmico, y mucho más. Con esta capacidad, el DMA 850 puede realizar un protocolo de caracterización de materiales completo, en diversas condiciones de prueba en un solo experimento, o bien, aplicar el acondicionamiento mecánico de inmediato, seguido de la caracterización. Esta nueva capacidad desbloquea la caracterización completa de materiales en prácticamente cualquier condición de análisis.



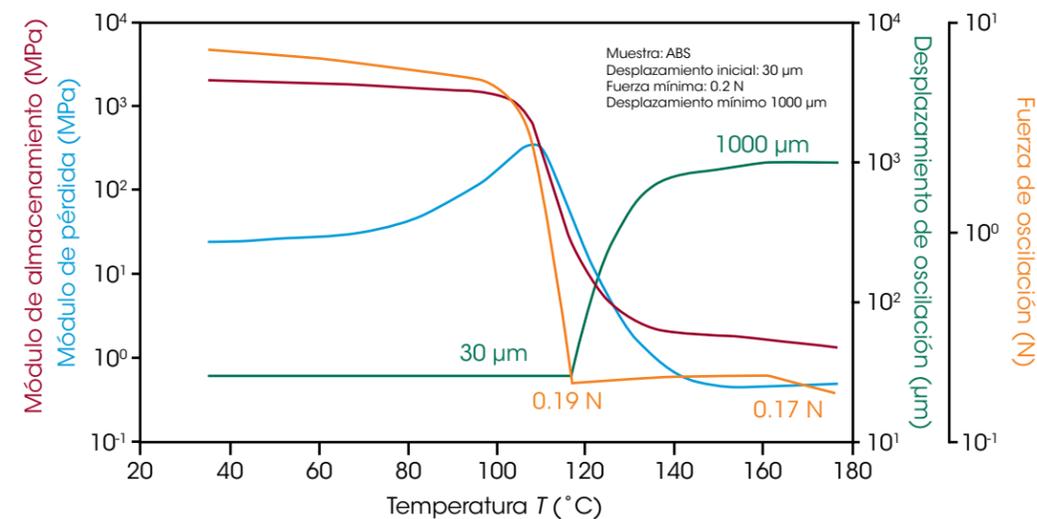
Recuperación de creep y barridos de deformación antes y después de un aumento de temperatura. Todos los datos recuperados en un solo experimento.

CONTROLES AVANZADOS

elija el suyo...

NUEVA oscilación automática inteligente

Debido a que el módulo de un material puede cambiar por diversos órdenes de magnitud en un rango estrecho de tiempo o temperatura, la selección de parámetros de programación puede propiciar o arruinar un experimento. Si la deformación elegida es demasiado grande podría haber exceso de creep de la muestra. Si es demasiado pequeña, la sensibilidad de fuerza sufre. La nueva función de oscilación inteligente renovada acaba con las conjeturas a la hora de seleccionar las condiciones iniciales y garantiza que la fuerza y el desplazamiento se mantengan automáticamente dentro de los límites razonables definidos por el usuario. Programe el experimento y váyase con la tranquilidad de que **obtendrá excelentes datos la primera vez y cada vez.**



MÁS ALLÁ DE LA CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES

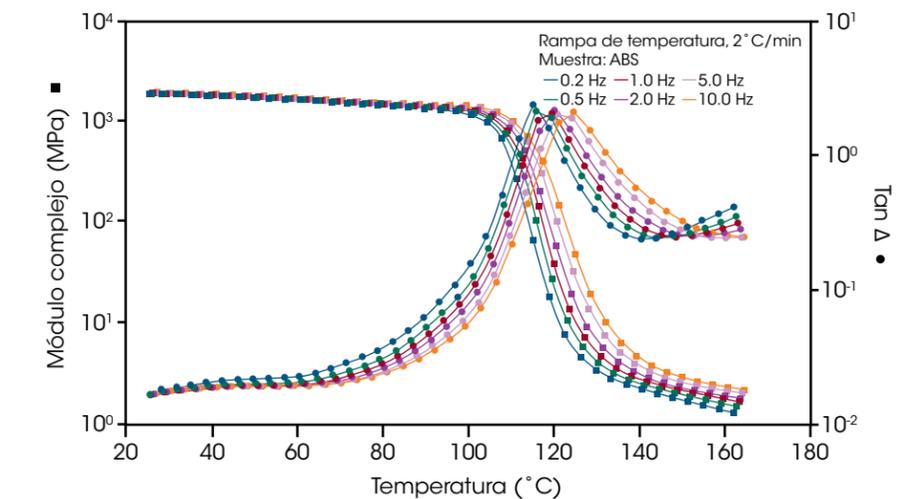
NUEVO DirectStrain

Electrónica más rápida, novedosos controles de procesador de señal digital (DSP) y un sistema de unidad mejorado logran un tipo totalmente nuevo de control de deformación el DMA 850. DirectStrain es un control de deformación en tiempo real para realizar mediciones más rápidas y precisas de muestras desafiantes y condiciones de prueba, como materiales que cambian rápidamente o especímenes ligeros a altas frecuencias. DirectStrain garantiza una recolección de datos consistente, incluso durante transiciones en muestras que cambian rápidamente y una mejora en precisión de deformación **50 veces mejor** en comparación con la tecnología DMA convencional.

En este ejemplo, el uso de DirectStrain permitió medir módulos y **tana seis frecuencias** en un solo experimento a una velocidad de aumento ($2^{\circ}\text{C}/\text{min}$) que es típica de los aumentos de temperatura de una sola frecuencia.

Las ventajas de DirectStrain incluyen:

- Control de deformación en tiempo real para mediciones rápidas y precisas
- Mejora de precisión de deformación 50 veces mayor
- 35 % de mejora en las velocidades de medición
- Sin sobrepasos o faltas típicos de los métodos de control iterativos
- Precisión mejorada para especímenes a altas frecuencias
- Recolección de datos uniforme, incluso a velocidades de aumento rápidas



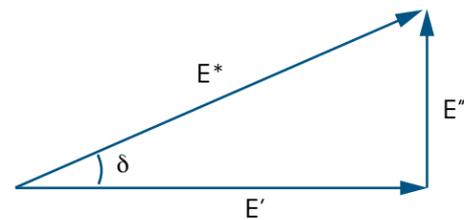
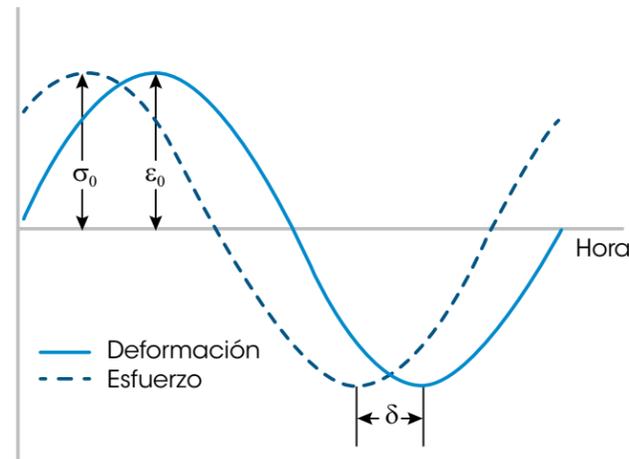
Análisis mecánico dinámico

El Análisis mecánico dinámico (DMA) se utiliza para evaluar las propiedades mecánicas de los materiales, normalmente como una función de factores ambientales, como temperatura, tiempo o humedad. La propiedad mecánica medida con mayor frecuencia para materiales elásticos simples es la rigidez o el módulo de Youngs, E . Sin embargo, materiales más complejos como polímeros y compuestos no se pueden describir correctamente teniendo en cuenta solo este valor. Estos materiales presentan un comportamiento elástico, además de viscoso o de humedecimiento y, por lo tanto, se los describe como viscoelásticos.

El protocolo de análisis más útil para medir propiedades viscoelásticas es la oscilación de amplitud pequeña. En este grupo de métodos, una muestra se deforma de acuerdo con un perfil de deformación sinusoidal a una amplitud (deformación) y frecuencia fijas, mientras que la fuerza con la que la muestra resiste la deformación (esfuerzo) se mide*. La información recopilada en este experimento es utilizada por el software de control para producir un conjunto de propiedades de materiales importantes que describen la resistencia general a la deformación (módulo complejo), además de los componentes elásticos (módulo de almacenamiento) y viscosos (módulo de pérdida) de esa resistencia. Los componentes oscilatorios, en general, se utilizan junto con los perfiles de temperatura para caracterizar eventos térmicos, como la transición vítrea, la fusión, la cristalización, el curado y el envejecimiento.

Las propiedades viscoelásticas de un material, en general, son una función del tiempo de observación o frecuencia de análisis, f , que refleja la tendencia de muchos materiales a relajarse, si hay tiempo suficiente para ello. Por este motivo, en general es importante recopilar datos precisos en un rango de frecuencias de análisis para describir de manera adecuada el comportamiento de un material.

En amplitudes de análisis pequeñas, las propiedades viscoelásticas son independientes de la deformación. Esta región de deformación, conocida como el régimen viscoelástico lineal, refleja de manera más directa la estructura molecular y es predictiva del rendimiento general del producto. Para algunos materiales, este régimen viscoelástico lineal puede ser bastante pequeño, especialmente en el caso de redes llenas o entrecruzadas. Por este motivo, el control de deformaciones muy pequeñas es fundamental para obtener resultados significativos, reproducibles y prácticos.

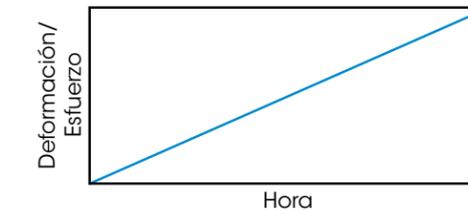


ϵ_0	Amplitud de deformación
σ_0	Amplitud de esfuerzo
δ	Ángulo de fase
$E^* = \frac{\sigma_0}{\epsilon_0}$	Módulo complejo <i>Resistencia total a la deformación</i>
$E' = E^* \cos \delta$	Módulo de almacenamiento <i>Resistencia elástica, tipo sólida</i>
$E'' = E^* \sin \delta$	Módulo de pérdida <i>Resistencia viscosa, humedecimiento</i>
$\tan \delta = \frac{E''}{E'}$	Factor de humedecimiento <i>Cantidad relativa de humedecimiento frente a la resistencia viscoelástica</i>

* El Discovery DMA 850 puede controlar a la perfección tanto en control de deformación como de esfuerzo, y las propiedades del material medido son idénticas.

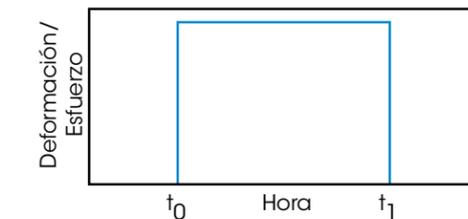
Modos de análisis adicionales

Además de los experimentos de oscilación, el DMA 850 se puede utilizar para programar una amplia gama de deformaciones adicionales que proporcionan información de caracterización material complementaria o permitir el acondicionamiento mecánico de los materiales. Las nuevas capacidades del DMA 850 permiten que estos tipos de deformaciones así como también los protocolos de oscilación se programen en un solo experimento, con cualquier combinación de modo de análisis o tipo de control.



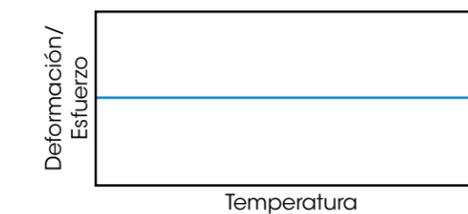
Curvas de esfuerzo-deformación

Este experimento clásico puede funcionar en fuerza o esfuerzo controlado, lo que genera curvas transitorias de esfuerzo y deformación. Estas en general se usan para medir las fallas mecánicas y de módulos. También se pueden utilizar para impartir un historial de esfuerzo o deformación conocido en un material, antes de la caracterización dinámica.



Relajación del esfuerzo y creep

Los experimentos transitorios involucran la aplicación instantánea de un esfuerzo (creep) o deformación (relajación de esfuerzo). Este estímulo se mantiene mientras se monitorea la deformación o el esfuerzo de la muestra. Los experimentos transitorios complementan los protocolos de oscilación como una manera de medir la viscoelasticidad y son especialmente aptos para relajaciones de mayor tiempo. Estos protocolos, en general, simulan condiciones de aplicación relevantes y pueden resultar especialmente útiles al replicar deformaciones que pueden estar fuera del régimen de viscosidad lineal. Estas etapas transitorias, en general, están seguidas de una etapa de relajación que revela el grado en el que la deformación observada fue reversible o irreversible.



IsoStress e IsoStrain

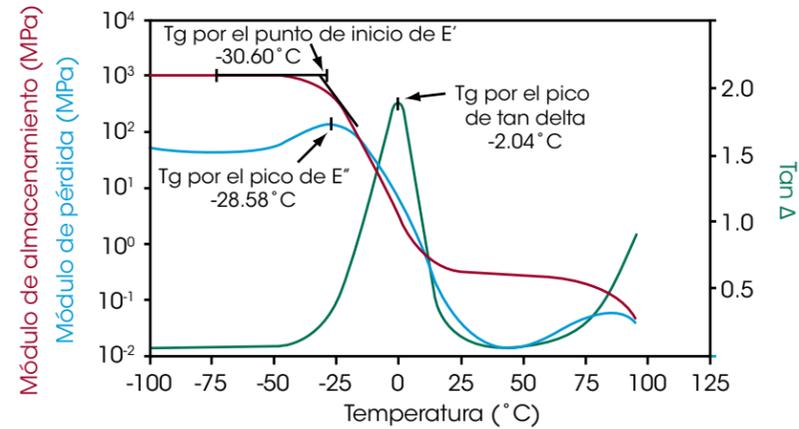
Los experimentos de IsoStress e IsoStrain mantienen una deformación constante en el espécimen mientras la muestra se calienta o enfría. Estos experimentos se utilizan para medir los procesos de encogimiento o relajación que se producen por medio de las transiciones iniciadas térmicamente.

Las propiedades y comportamientos típicos medidos por el DMA 850 incluyen:

- Módulos de elasticidad (E)
- Módulos de rigidez (G)
- Módulos complejos (E^*, G^*)
- Módulos de almacenamiento y de pérdidas (E', E'', G', G'')
- Propiedades de humedecimiento ($\tan \delta$)
- Transición vítrea
- Transiciones secundarias
- Fusión y cristalización
- Suavizado
- Comportamiento de relajación
- Efectos de frecuencia
- Creep (deformación por fluencia lenta) y recuperación
- Relajación del esfuerzo
- Superposición tiempo/temperatura (TTS)
- Flujo viscoso
- Fatiga dinámica
- Resistencia al impacto
- Tenacidad
- Resiliencia
- Curvas de esfuerzo-deformación
- Fuerza de encogimiento
- Compuestos
- Composición de mezclas
- Separación de fases (mezclas de polímeros, copolímeros...)
- Defectos materiales
- Efectos debido a rellenos
- Efectos de orientación
- Efectos de aditivos
- Envejecimiento (físico o químico)
- Gelificación
- Reacciones de entrecruzamiento
- Densidad de entrecruzamiento
- Efecto Mullins

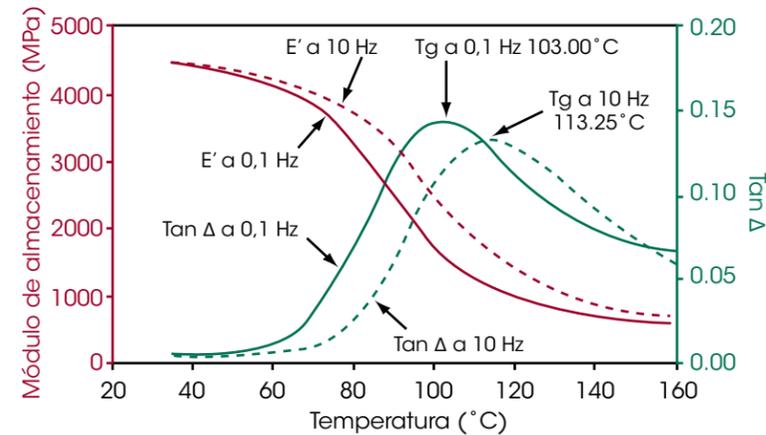
Medición de Tg de materiales poliméricos

Una medición común en los polímeros es la temperatura de transición vítrea, Tg. Se puede medir con diversas técnicas, pero el DMA es, lejos, el más sensible. La figura de la derecha muestra un escaneado de una ejecución de adhesivo sensible a la presión en las abrazaderas de tensión a una frecuencia de 1 Hz. El Tg se puede medir por medio del punto de inicio de E', por el pico de E' o el pico de tan δ. Además del Tg, el valor absoluto de los parámetros viscoelásticos, también resulta útil.



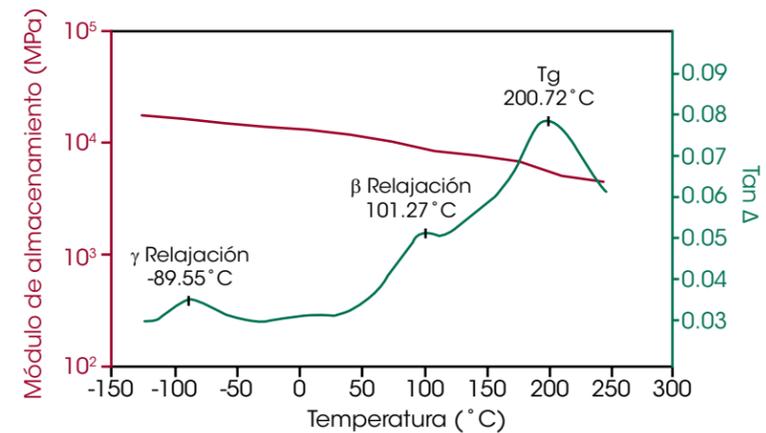
Efecto de frecuencia en módulo y transición vítrea de tereftalato de polietileno (PET)

Tg es fuertemente influido por la frecuencia (tasa) de deformación debido a su componente cinético. A medida que aumenta la frecuencia de análisis, las relajaciones moleculares solo pueden producirse a temperaturas mayores y, por lo tanto, Tg aumentará a una frecuencia más alta, según lo ilustrado a la derecha. Además, la forma y la intensidad del pico tan δ y la pendiente del módulo de almacenamiento en la región de transición se verá afectada. En base a las condiciones de uso final, es importante comprender la dependencia de las transiciones a la temperatura y la frecuencia.



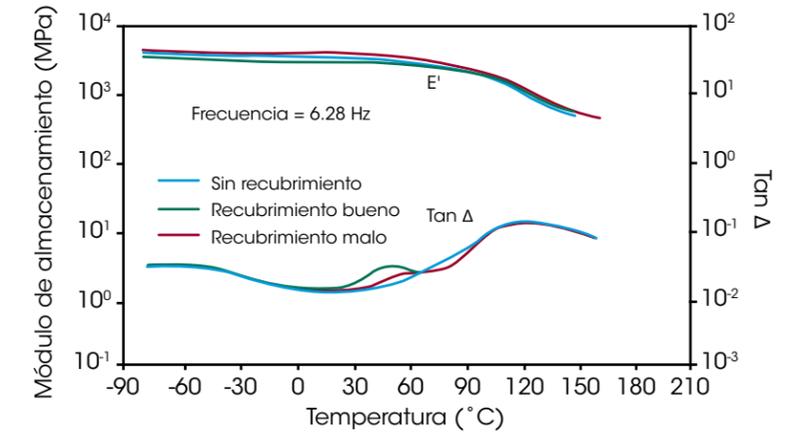
La medición de transiciones secundarias en éster vinílico

El DMA es una de las pocas técnicas sensibles a las transiciones secundarias β e γ. Las transiciones secundarias surgen del movimiento de grupo lateral con algunas vibraciones cooperativas, desde la cadena principal, además de la rotación interna dentro del grupo lateral. Las transiciones se encuentran por debajo de Tg y generalmente subambiente. Son muy importantes, dado que afectan la resistencia al impacto y otras propiedades del uso final. Estos datos se generaron por medio de la flexión de 3 puntos y también ilustran la capacidad de ejecutar compuestos de sólidos.



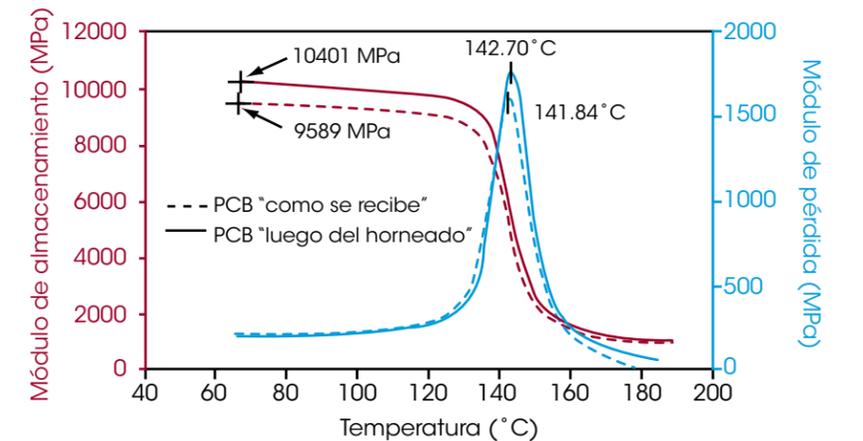
Efecto de medición de recubrimientos adhesivos en películas

Esta figura muestra una comparación entre tres muestras de PET en tensión en el DMA, una con una capa adhesiva uniforme que funciona bien, una con una capa no uniforme que funciona mal y una sin capa. Se observa un pico de transición debido a que se observa adhesivo en tan δ alrededor de 40 °C en la muestra "buena", mientras que la muestra "mala" presenta un pico menor. Conocer las características de muestras buenas y malas permite controlar la calidad del proceso de recubrimiento y el producto acabado.



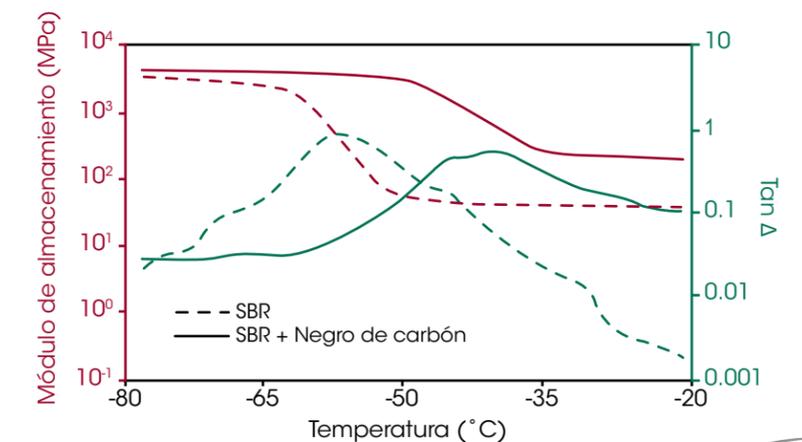
Caracterización de tableros de circuito impresos

Los tableros de circuitos impresos (PCB) generalmente están compuestos de banda de fibra de vidrio, impregnada con una resina de termofraguado. Normalmente es difícil caracterizar el Tg de PCBs debido a la cantidad muy baja de resina que se utiliza. Esta figura muestra una ejecución de PCB típica en una flexión de soporte único. Tg se detecta con claridad, y la diferencia entre la muestra "como se recibe" y "luego del horneado" muestra con claridad el efecto que tiene un mayor entrecruzamiento tanto en Tg como en el valor absoluto del módulo.



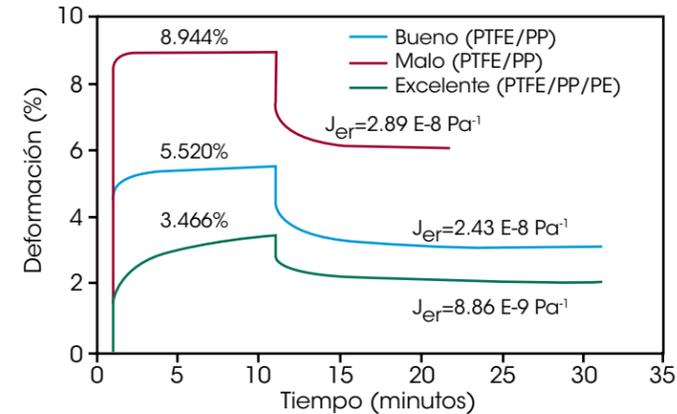
Efecto del negro de carbón en elastómeros

Otra aplicación muy común es el efecto de los rellenos y aditivos en las propiedades viscoelásticas. La figura de la derecha ilustra el efecto en los módulos de almacenamiento (E') y tan δ al agregar negro de carbón en una goma SBR. Este análisis, realizado en el soporte doble en el DMA, muestra que agregar negro de carbón aumenta el valor absoluto del módulo de almacenamiento e incrementa significativamente la temperatura de Tg. Comprender de qué manera afectan los rellenos y aditivos a las propiedades materiales es fundamental en muchas aplicaciones industriales.



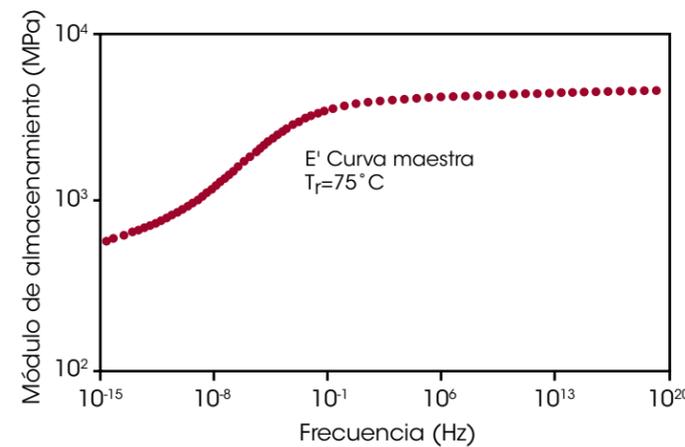
Caracterización de películas de empaque con creep

En un proceso de termoformado, se coloca una película sobre un molde caliente, para lograr una forma deseada. Se puede predecir la capacidad de lograr un producto estable mediante un experimento de creep-recuperación. Esta figura ilustra datos en una película de empaque con el modo de tensión. En la etapa de recuperación, se puede calcular el cumplimiento recuperable del equilibrio, (J_{er}). Si el cumplimiento de la muestra es demasiado alto, tal como se observa mediante J_{er} , es posible que la elasticidad sea demasiado baja en la temperatura de formado para mantener la forma deseada.



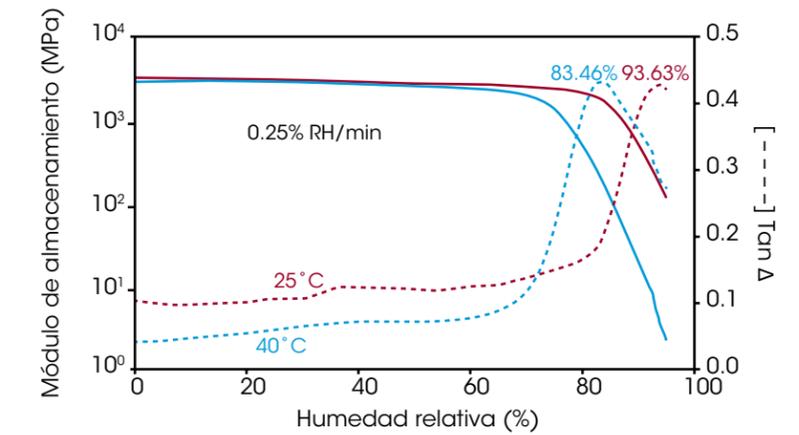
Predecir el rendimiento de los materiales por medio de la superposición tiempo/temperatura (TTS)

La técnica TTS, muy bien fundamentada en la teoría, se utiliza para predecir el rendimiento de los materiales en frecuencias o escalas de tiempo fuera del rango del instrumento. Los datos normalmente se generan al escanear frecuencias múltiples durante una serie de experimentos de salto de temperatura isotérmica en un rango de temperatura. Se selecciona una temperatura de referencia y se cambian los datos. Se genera un gráfico de factor de cambio y se establece en un modelo Williams-Landel-Ferry (WLF) o Arrhenius. Por último, se genera una curva maestra a una temperatura específica, tal como se ilustra a la derecha para la muestra de la película de PET. Por medio de esta técnica, se pueden evaluar frecuencias muy altas (escalas de tiempo breves) o muy bajas (escalas de tiempo bajas).



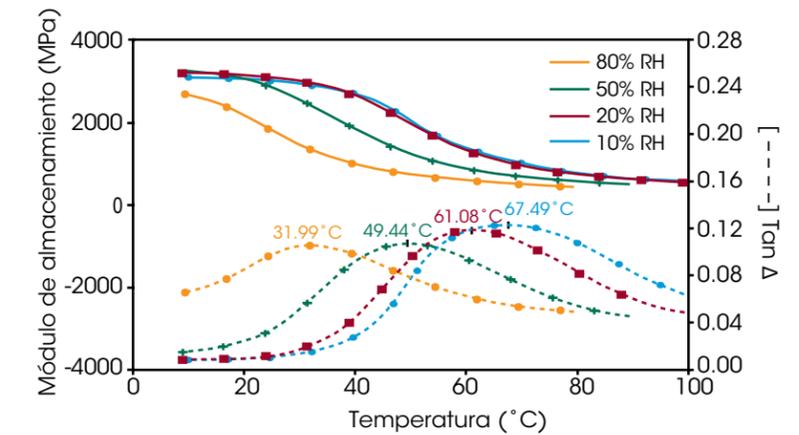
Análisis de una cápsula de gelatina farmacéutica

Las cápsulas de gelatina son ampliamente usadas en el mercado de suplementos dietarios y farmacéutico. Cuando se almacenan en un entorno a temperatura ambiente y con poca humedad, la gelatina permanece estable. No obstante, cuando se la combina con agua, la gelatina forma un gel coloidal semi sólido que puede afectar enormemente sus propiedades mecánicas. Los datos de este ejemplo ilustran el efecto de aumentar la humedad relativa en una muestra de gelatina cortada desde la pared lateral de una cápsula de dos piezas a 25°C y 40°C. A medida que aumenta la humedad relativa, el material sufre una transición de múltiples pasos que provoca una disminución significativa en el módulo de almacenamiento. La transición se resuelve en las señales $\tan \delta$ y el módulo de almacenamiento.



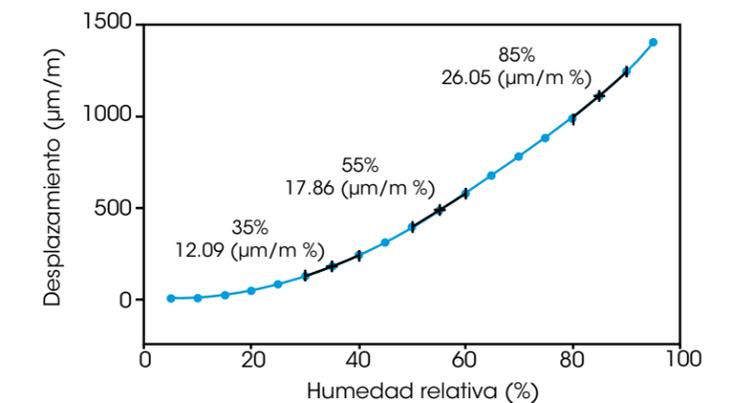
Efecto de la humedad relativa en la transición vítrea de Nailon 6

Nailon 6 se plastifica enormemente con el agua; por lo tanto, las propiedades mecánicas dependerán de la humedad relativa del entorno. Los datos de esta figura demuestran el efecto de la humedad relativa en la transición vítrea de Nailon 6, según lo medido con el accesorio de DMA-RH. La muestra se analizó en el modo de soporte único con una frecuencia de 1 Hz a una variedad de condiciones constantes de RH. Note de qué manera las propiedades mecánicas y la transición vítrea se ven significativamente influenciadas por la humedad relativa impuesta.



Medición del coeficiente de expansión higroscópica (CHE)

La higroscopía se mide como la capacidad de una sustancia de atraer moléculas de agua del entorno cercano por medio de la absorción y adsorción. El efecto de la sorción de humedad en las características mecánicas de un material puede cuantificarse por medio del coeficiente de expansión higroscópica (CHE), la constante que relaciona el cambio dimensional de un material con un cambio en la humedad relativa del entorno. Los datos de esta figura demuestran el efecto de la humedad relativa impuesta en la muestra de Nailon 6, según lo medido con el accesorio de DMA-RH. A medida que aumenta la humedad relativa, la muestra se expande. La pendiente resultante de la línea es equivalente al CHE para el material.



Especificaciones	
Fuerza máx.	18 N
Fuerza mín.	0,0001 N
Resolución de la fuerza	0,00001 N
Rango de frecuencia	0,001 a 200 Hz
Rango de deformación dinámica	± 0,005 a 10 000 µm
Resolución de deformación	0,1 nm
Rango del módulo	10 ³ a 3x10 ¹² Pa
Precisión del módulo	± 1%
Sensibilidad tan δ	0,0001
Resolución tan δ	0,00001
Rango de temperatura	Horno estándar: -160 a 600 °C Accesorio RH: 5 °C a 120 °C

Sistema ambiental	Rango de temperatura	Velocidades de calentamiento/ enfriamiento	Gas de purga
Horno estándar	-160 °C a 600 °C	Calentamiento de 20 °C/min Enfriamiento de 10 °C/min	Aire, nitrógeno, argón, helio
Accesorio de DMA-RH	5 °C a 120 °C	± 1 °C/min	Humedad controlada 5 a 95 % de RH

Características	
Estándar	Opcional
Software TRIOS que incluye DMA Express y DMA Unlimited	Horno estándar
Abrazadera de soporte simple/doble de 35 mm	Accesorio de DMA-RH
Control de deformación que incluye el NUEVO DirectStrain	Abrazaderas de tensión
Control de esfuerzo	Abrazaderas de flexión de 3 puntos
Pantalla táctil a color de estilo de aplicación	Abrazaderas de compresión
Secuencias de pruebas ilimitadas	Abrazadera para polvo
Análisis de TTS	Abrazadera de tres capas
Oscilación: Barrido de deformación, barrido de frecuencia, aumento de temperatura (frecuencia simple, múltiple), salto de temperatura (frecuencia múltiple, simple/TTS), barrido de tiempo, fatiga	Abrazaderas sumergibles
Control de esfuerzo: Relajación de esfuerzo, TTS de relajación de esfuerzo, IsoStrain	GCA
Control de esfuerzo: Creep, recuperación de creep, TTS de creep, TTS, IsoStress	NPC
Control de velocidad: Aumento de deformación y aumento de esfuerzo para generar curvas de esfuerzo-deformación	ACS-2 o ACS-3
Acondicionamiento de muestras: temperatura, fuerza aplicada o desplazamiento	Software TRIOS Guardian para cumplir con 21 CFR11



tainstruments.com



AMÉRICA

New Castle, Delaware, EE. UU.

Lindon, Utah, EE. UU.

Wakefield, Massachusetts, EE. UU.

Eden Prairie, Minnesota, EE. UU.

Chicago, Illinois, EE. UU.

Irvine, California, EE. UU.

Montreal, Canadá

Toronto, Canadá

Ciudad de México, México

San Pablo, Brasil

EUROPA

Hüllhorst, Alemania

Bochum, Alemania

Eschborn, Alemania

Wetzlar, Alemania

Elstree, Reino Unido

Bruselas, Bélgica

Etten-Leur, Países Bajos

París, Francia

Barcelona, España

Milán, Italia

Warsaw, Polonia

Praga, República Checa

Sollentuna, Suecia

Copenhage, Dinamarca

ASIA Y AUSTRALIA

Shanghái, China

Beijing, China

Tokio, Japón

Seúl, Corea del Sur

Taipei, Taiwán

Guangzhou, China

Petaling Jaya, Malasia

Singapur

Bangalore, India

Sidney, Australia