

dil 801/801L

DILATOMETRO DE MUESTRA ÚNICA

Adecuados para la más amplia gama de mediciones rutinarias de expansión térmica, los DIL 801 y DIL 801L son dilatómetros de muestra única configurados horizontalmente. El DIL 801 está diseñado para determinar cambios dimensionales lineales a través de un amplio rango de temperatura en aire, vacío o purga de gas inerte. El DIL 801L realiza estas pruebas de alta precisión solo en aire, lo que lo hace ideal para caracterizar materiales cerámicos, que a menudo se procesan en aire.





	DIL 801	DIL 801L
Longitud de la muestra	0 a 50 mm	0 a 50 mm
Diámetro de la muestra	max. 14 o 20 mm	max. 14 mm
Soporte del sistema de medición	sílice fundida, Al ₂ O ₃ , grafito de zafiro o tungsteno	sílice fundida, Al ₂ O ₃
Cambio de longitud	4 mm	4 mm
Resolución de longitud	10 nm	20 nm
Resolución de temperatura	0.05 °C	0.1 °C
Precisión CTE	$0.03 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$	$0.05 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
Atmósfera	aire, inerte, reductor, vacío	aire
Modo de operación	horizontal	horizontal
Rango de temperatura	-160 °C a 2300 °C según Tipo de horno	-160 °C a 1650 °C según tipo de horno
Fuerza de contacto	0.02 N a 1.00 N, ajustable	0.02 N a 1.00 N, ajustable

dil 802/802L

DILATÓMETRO DIFERENCIAL

Para obtener la máxima precisión y exactitud, el DIL 802/802L proporciona una verdadera medición diferencial en un dilatómetro horizontal. Al detectar solo la diferencia entre la muestra y una muestra de referencia inerte, el diseño del DIL 802/802L niega la influencia de la expansión del sistema en la medición de la muestra. Este diseño es de particular beneficio para los programas dinámicos de temperatura, como los empleados en la sinterización controlada por velocidad (RCS), y para experimentos realizados a temperaturas más bajas. El DIL 802/802L también se puede convertir para su uso como dilatómetro de muestra única.



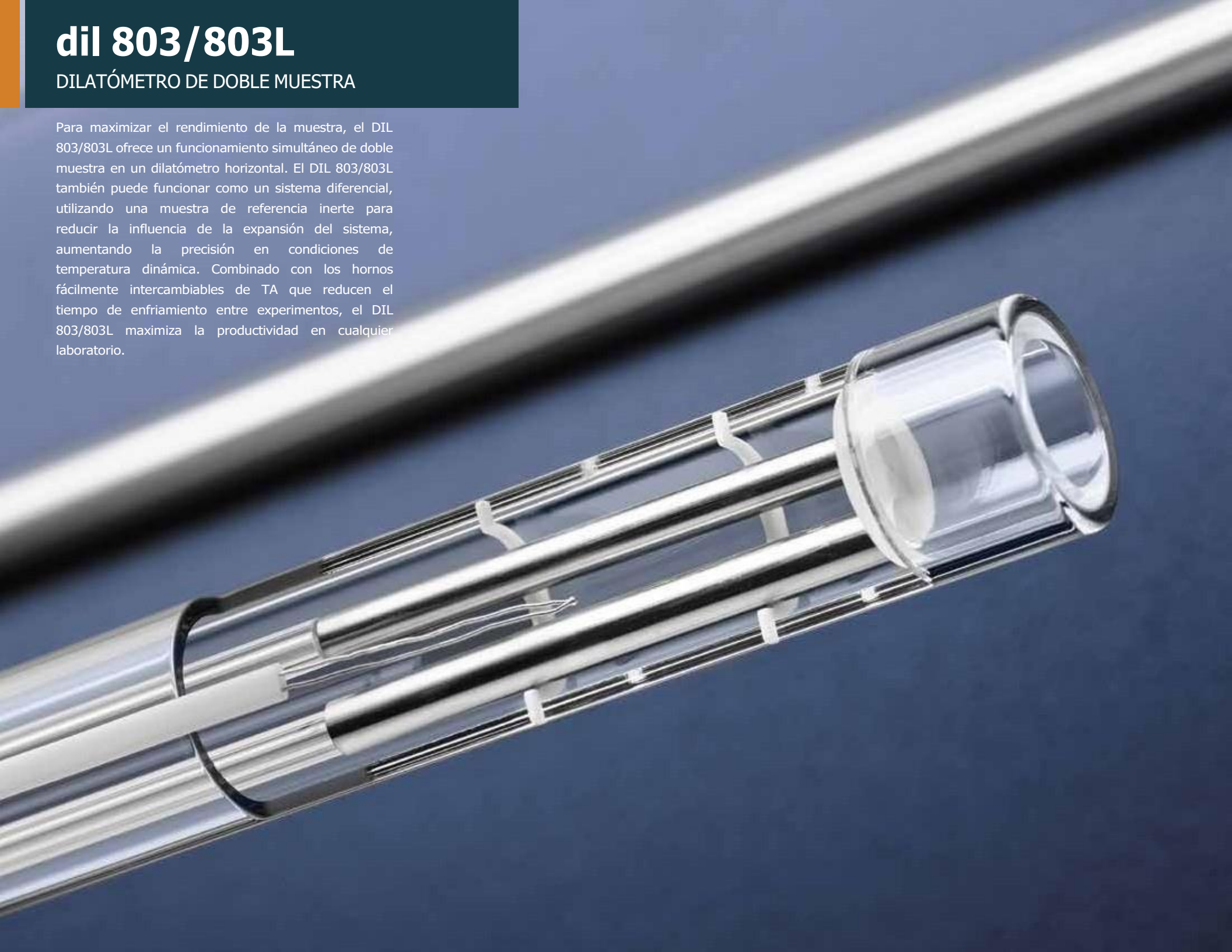


	DIL 802	DIL 802L
Sample Length	0 a 50 mm	0 a 50 mm
Sample Diameter	max. 7 o 10 mm después de la conversión a DIL 801: 14 o 20 mm	max. 7 mm después de la conversión a DIL 801L: 14 mm
Material of Sample Holder	sílice fundida, Al ₂ O ₃ , grafito de zafiro o tungsteno	Sílice fundida, Al ₂ O ₃
Change of Length	4 mm	4 mm
Length Resolution	10 nm	20 nm
Temperature Resolution	0.05 °C	0.1 °C
CTE Accuracy	0.01 x 10 ⁻⁶ K ⁻¹	0.03 x 10 ⁻⁶ K ⁻¹
Atmosphere	aire, inerte, reductor, vacío	aire
Operation Mode	horizontal	horizontal
Temperature Range	-160 °C a 2300 °C según tipo de horno	-160 °C a 1650 °C según tipo de horno
Contact Force	0.02 N a 1.00 N, ajustable	0.02 N to 1.00 N, ajustable

dil 803/803L

DILATÓMETRO DE DOBLE MUESTRA

Para maximizar el rendimiento de la muestra, el DIL 803/803L ofrece un funcionamiento simultáneo de doble muestra en un dilatómetro horizontal. El DIL 803/803L también puede funcionar como un sistema diferencial, utilizando una muestra de referencia inerte para reducir la influencia de la expansión del sistema, aumentando la precisión en condiciones de temperatura dinámica. Combinado con los hornos fácilmente intercambiables de TA que reducen el tiempo de enfriamiento entre experimentos, el DIL 803/803L maximiza la productividad en cualquier laboratorio.



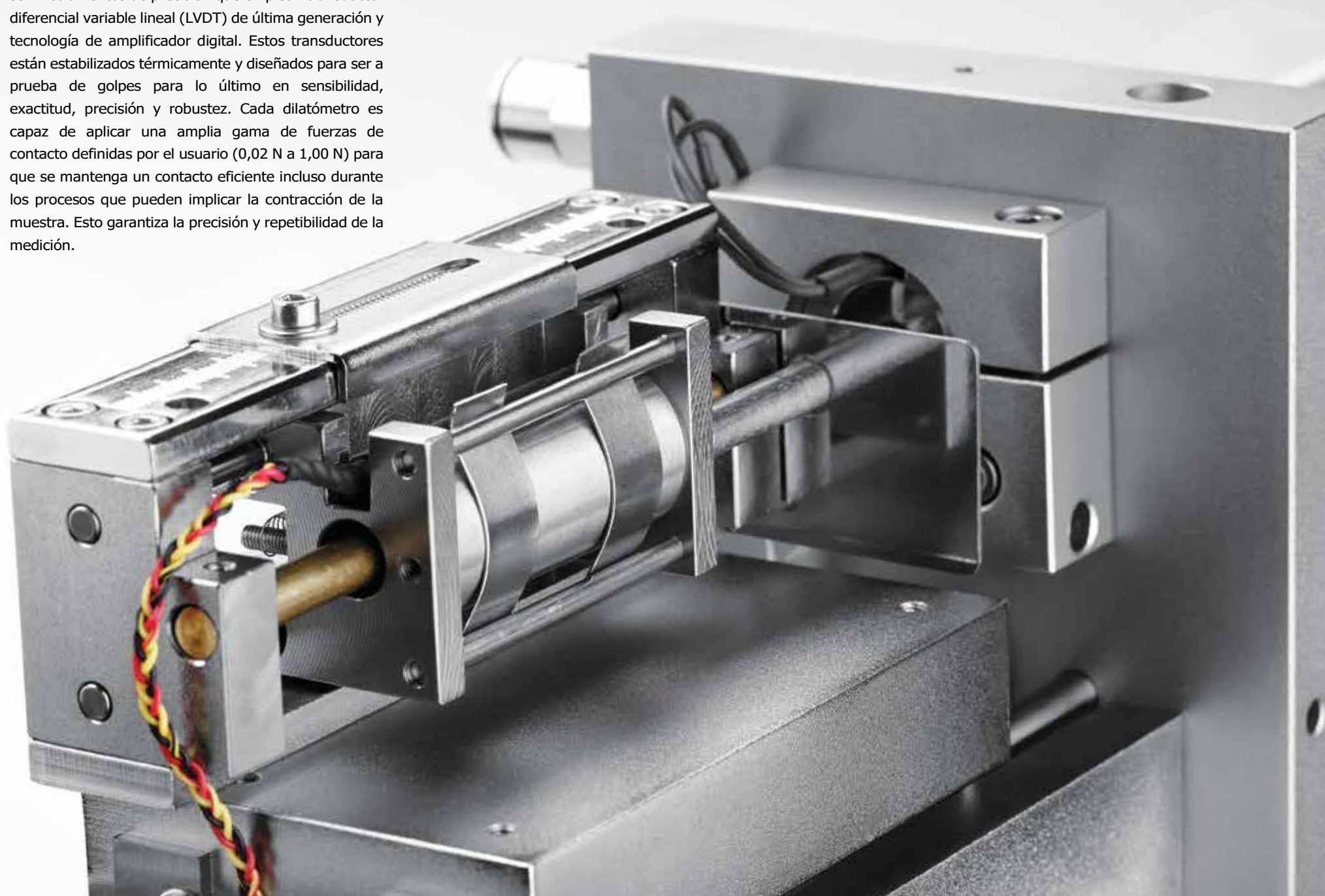


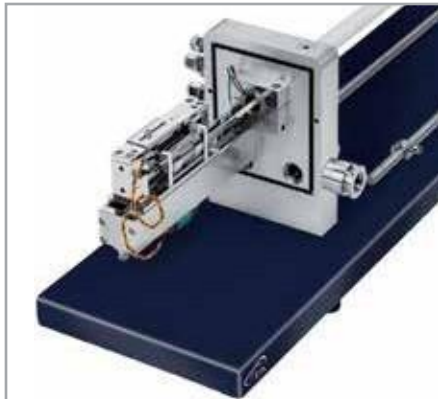
	DIL 803	DIL 803L
Longitud de la muestra	0 a 50 mm	0 a 50 mm
Diámetro de la muestra	max. 7 o 10 mm después de la conversión a DIL 801: 14 or 20 mm	max. 7 mm después de la conversión a DIL 801L: 14 mm
Material del portamuestras	Sílice fundida, Al_2O_3 , zafiro	Sílice fundida, Al_2O_3
Cambio de longitud	4 mm	4 mm
Resolución de longitud	10 nm	20 nm
Resolución de temperatura	0.05 °C	0.1 °C
Precisión CTE	$0.03 \times 10^{-6} K^{-1}$	$0.05 \times 10^{-6} K^{-1}$
Atmósfera	aire, inerte, reductor, vacío	aire
Modo de operación	horizontal	horizontal
Rango de temperatura	-160 °C a 1650 °C según Tipo de horno	-160 °C a 1650 °C según Tipo de horno
Fuerza de contacto	0.02 N a 1.00 N, adjustable	0.02 N a 1.00 N, adjustable

dilatometro

TRANSDUCTORES

Todos los dilatómetros horizontales de TA Instruments son instrumentos de precisión que emplean transductor diferencial variable lineal (LVDT) de última generación y tecnología de amplificador digital. Estos transductores están estabilizados térmicamente y diseñados para ser a prueba de golpes para lo último en sensibilidad, exactitud, precisión y robustez. Cada dilatómetro es capaz de aplicar una amplia gama de fuerzas de contacto definidas por el usuario (0,02 N a 1,00 N) para que se mantenga un contacto eficiente incluso durante los procesos que pueden implicar la contracción de la muestra. Esto garantiza la precisión y repetibilidad de la medición.

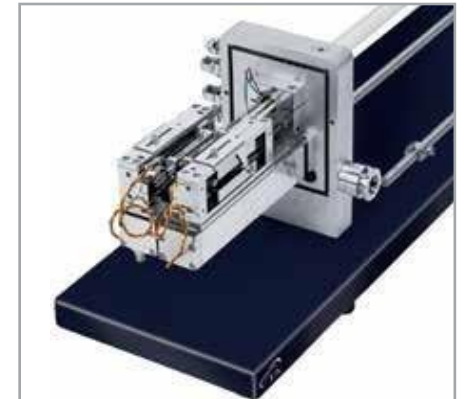




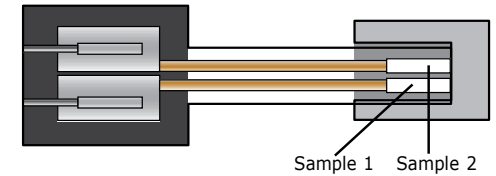
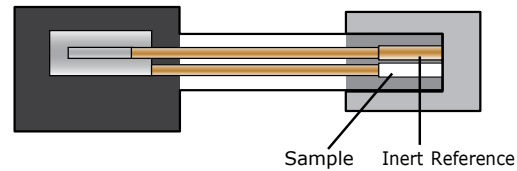
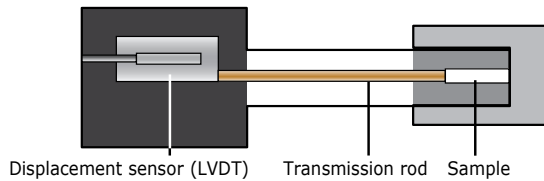
DIL 801 (Estándar)



DIL 802 (Differential)



DIL 803 (Doble muestra)



Medición diferencial verdadera DIL 802

El DIL 802 presenta un verdadero diseño de medición diferencial que maximiza la precisión y la exactitud. Muchos dilatómetros de dos muestras pueden operar en modo diferencial, en el que las señales de dos transductores separados se restan entre sí. A diferencia de estos instrumentos de "diferencial de software", el DIL 802 está diseñado específicamente para el alto rendimiento de la operación diferencial real. En el corazón del DIL 802 se encuentra un transductor de desplazamiento único con un diseño de medición innovador que reduce el ruido y maximiza la precisión. El núcleo del transductor diferencial está acoplado a la muestra de referencia, mientras que la bobina del transductor está acoplada a la muestra. El marco de referencia del transductor se mueve con la expansión del sistema, dejando solo el exceso de expansión de la muestra para medir. Esto da como resultado:

- **Mayor precisión.**
- **Menor dependencia de la calibración del sistema.**
- **Mayor flexibilidad del programa de temperatura.**

dilatómetro

OPCIONES DE HORNO

Cada dilatómetro horizontal de TA Instruments se puede configurar con una amplia gama de opciones de horno, dependiendo de los requisitos del rango de temperatura. Los hornos son fácilmente intercambiables, proporcionando la máxima flexibilidad de configuración. También se pueden usar múltiples hornos del mismo tipo para aumentar el rendimiento de la muestra en un solo instrumento.

Temperatura	-160 °C a 700 °C	20 °C a 1350 °C	20 °C a 1500 °C	100 °C a 1650 °C	20 °C a 2000 °C 300 °C 2300 °C
Elemento calefactor Medio de ambiente	NiCr con funda nitrógeno líquido	CrAlFe	SiC	Noble metal	Grafito
Tipo de termopar Pirómetro	K	S	S	B	C o B
Max. heating rate (K/min)	50	50	50	25	Espectral o bicolor 150
Velocidad de enfriamiento máx. (K/min) Perfil de temperatura superior a 50 mm Refrigeración del horno	25 ±2 °C air	10 ±3 °C air	15 ±5 °C water	5 ±5 °C air	100 ±5 °C más 20 mm Agua



-160 °C a 700 °C



20 °C a 1350 °C



20 °C a 1500 °C



100 °C a 1650 °C



20 °C a 2300 °C

Elegir un dilatómetro para su aplicación

El éxito y la precisión de la medición dilatométría dependen en gran medida de la selección adecuada del instrumento. Existen diferencias sustanciales entre las diversas configuraciones, cada una de las cuales es más adecuada para una medición y aplicación particular.

Horizontal

- Diseño simple y robusto: fácil de usar.
- La mejor uniformidad de temperatura
- Mayor flexibilidad

Vertical

- El mejor modo para muestras que pueden encogerse al calentarse, como metales en polvo o cerámica en sinterización.
- El Diseño vertical garantiza un contacto constante de la varilla de empuje.
- Capaz de experimentos adicionales de tipo TMA

Óptica sin contacto

- Excelente perfil calefactor (por encima y por debajo de la muestra)
- La mejor opción para muestras blandas y de forma regular
- La medición sin contacto elimina varillas de empuje y los clientes asociados.
- Medición de expansión absoluta, completamente independiente del sistema

Detección del punto de reblandecimiento

Debido a que el comportamiento del material a menudo no se conoce al diseñar un experimento, el software de control del instrumento incluye la detección automática del punto de reblandecimiento. Se pueden establecer varias condiciones para determinar el punto de reblandecimiento y el comportamiento posterior del instrumento. Esto permite un funcionamiento fiable y desatendido en materiales desconocidos sin riesgo de daños en el instrumento.

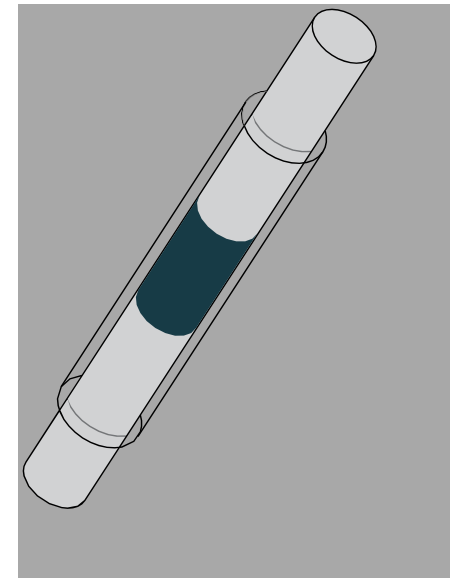
Estándares de prueba

Los dilatómetros de TA Instruments se ajustan a todos los principales métodos de prueba estándar para la dilatometría. Estos métodos incluyen:

ASTM C372	ASTM E228	DIN 52328
ASTM C531	ASTM E831	DIN 53752
ASTM C824	DIN 51045	SEP 1680
ASTM D696	DIN 51909	SEP 1681

Muestras líquidas y en pasta

La celda especial de líquido y pasta permite realizar mediciones en líquidos, pastas y polvos de alta viscosidad. La precisión de la medición se mejora a través de una corrección basada en software para el volumen muerto y los efectos de contención



dilatometro

APLICACIONES

Esmaltes cerámicos

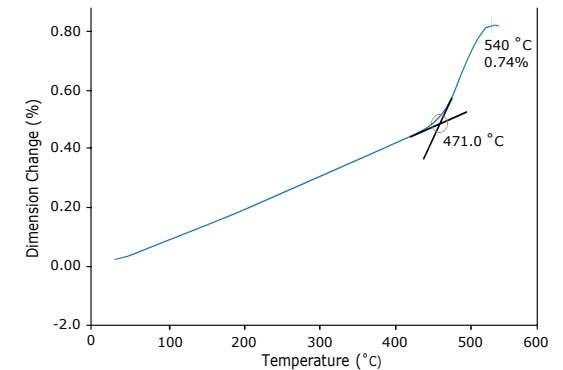
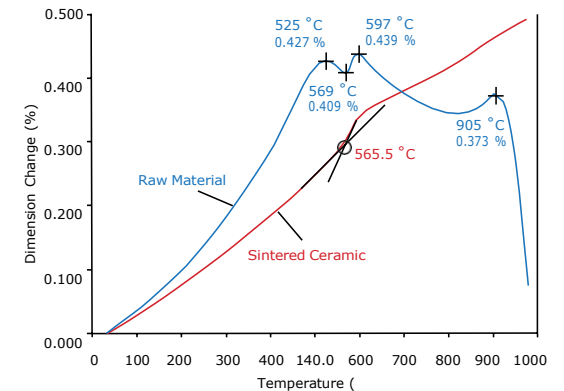
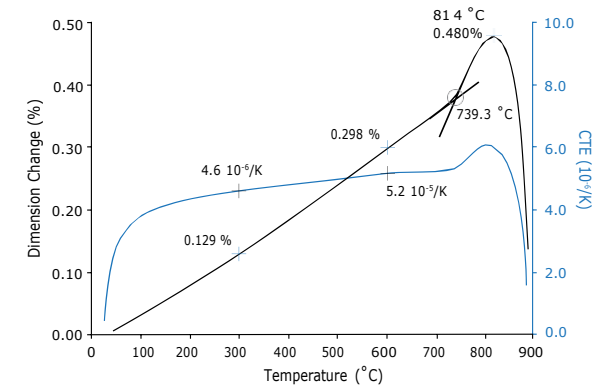
El coeficiente de expansión térmica (CTE) es una consideración importante en la elección del esmalte adecuado para un material cerámico. Si el CTE del esmalte es más alto que el de la cerámica base, causará tensión en el cuerpo cerámico al enfriarse, lo que resultará en una red de grietas y un producto terminado más débil. Idealmente, el CTE del material de acristalamiento debe ser ligeramente más bajo que el del cuerpo cerámico, lo que dará como resultado un cuerpo cerámico bajo una ligera compresión. En este experimento, el esmalte se calienta a través de su temperatura de transición vítrea (T_g) hasta su punto de reblandecimiento. La transición vítrea se exhibe como una inflexión en el cambio dimensional. El CTE también se muestra en función de la temperatura.

Cerámica cruda vs. cerámica sinterizada

El comportamiento de expansión térmica se muestra para dos muestras: una cerámica cocida (roja) y una cerámica sin cocer (azul). La materia prima exhibe el complejo comportamiento de expansión y contracción que se espera para un material, ya que se somete a procesos reversibles (expansión térmica) e irreversibles (por ejemplo, expulsión de agua ligada, difusión en estado sólido, reacciones químicas a alta temperatura y sinterización). Estos comportamientos complejos ya no están presentes en la cerámica previamente cocida, dejando solo la expansión térmica y una transición de fase a 557 °C. La capacidad de realizar pruebas en aire o en atmósfera controlada permite la observación directa de los procesos de sinterización de cerámica, que están fuertemente influenciados por el contenido de oxígeno atmosférico.

Transición vítrea y temperatura de reblandecimiento

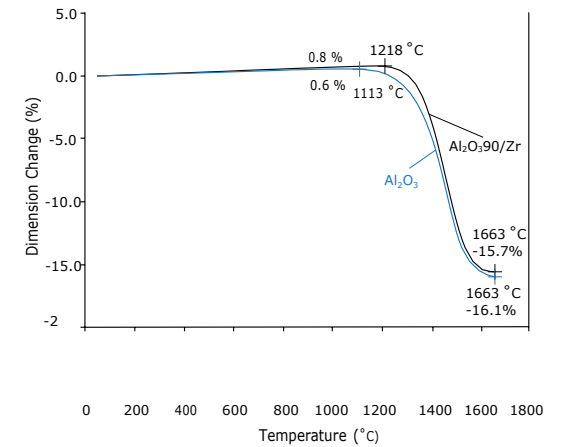
Dos mediciones importantes que a menudo se realizan con dilatómetros son las determinaciones de la transición vítrea y el punto de reblandecimiento. En este ejemplo, el dilatómetro diferencial DIL 802 mide la expansión térmica de un material de vidrio. La muestra se calentó a través de su transición vítrea (T_g) a 471 °C y la prueba finalizó en el punto de reblandecimiento de 540 °C. El software de control del instrumento permite la detección automática del punto de reblandecimiento y el aborto de prueba. Esto permite que un material desconocido sea probado hasta su punto de reblandecimiento sin preocuparse por dañar el instrumento.



Procesos de sinterización

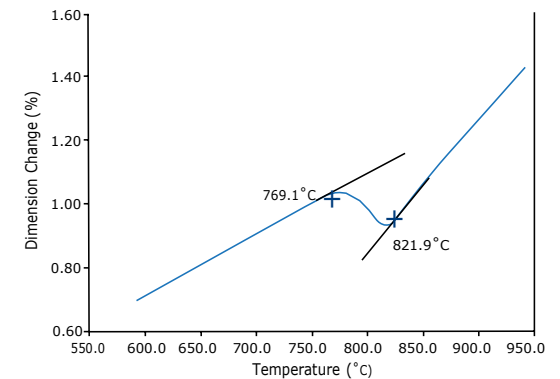
El dilatómetro vertical DIL 811 es especialmente adecuado para el examen de procesos de sinterización controlados por velocidad. En el presente ejemplo, se comparan Al_2O_3 y $\text{Al}_2\text{O}_3\text{90/Zr}$ con respecto a su comportamiento de expansión térmica y sinterización. Ambos materiales exhiben una expansión térmica similar, pero la aleación Zr comienza el proceso de sinterización a una temperatura mucho más alta.

A la temperatura de sinterización, ambos especímenes fueron controlados con los mismos criterios de velocidad de sinterización para la terminación. Como se ve en la figura, los cambios en las composiciones pueden traducirse en cambios sutiles en su comportamiento, que se determinan fácilmente con el DIL 811.



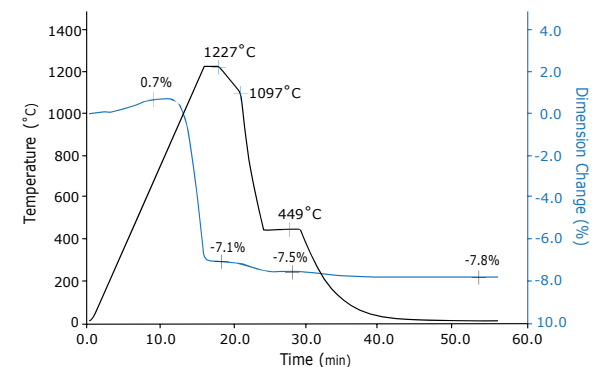
Thermal Expansion of a Thin Film

Tradicionalmente, la medición de una película delgada en un dilatómetro de varilla de empuje puede ser problemática debido a las fuerzas de contacto asociadas con la varilla de empuje. El dilatómetro óptico DIL 806 es ideal para caracterizar películas delgadas y otros materiales con restricciones de tamaño / preparación de muestras. En este ejemplo, la expansión térmica y la transformación de fase de una lámina de acero delgada se caracterizan por el dilatómetro óptico sin contacto DIL 806. El proceso de medición es absoluto y sin contacto, por lo que no se requieren curvas de calibración del sistema. Los porta muestras están disponibles para soportar películas delgadas.



Cerámica de cocción rápida

Las velocidades de calentamiento muy rápidas, la excelente uniformidad de temperatura y la programación simple inherente al DIL 806 lo hacen ideal para simular procesos industriales. El proceso de cocción rápida de una cerámica de cuerpo verde es deseable porque ahorra energía y tiempo. Sin embargo, en muchos casos, este tipo de tratamiento térmico puede producir una densificación incompleta en el producto final. En este ejemplo, la muestra se calienta rápidamente hasta que alcanza una contracción definida por el usuario. En este momento, se utilizaron múltiples estancias isotérmicas y velocidades de enfriamiento para monitorear de cerca el comportamiento de sinterización del material. Al ajustar estos parámetros de control de temperatura, basados en mediciones de dilatómetro, el proceso industrial se puede racionalizar para producir un producto final con las propiedades físicas deseadas y condiciones de procesamiento rentables.





tainstruments.com