



48 Spencer Street
Lebanon, NH 03766, USA
Tel: 603-448-1562
Fax: 603-448-3216
Email: geokon@geokon.com
<http://www.geokon.com>

Manual de instrucciones
Modelo 4422
Medidor de grietas en monumentos



No se puede reproducir ninguna porción de este manual de instrucciones, por ningún medio, sin el consentimiento por escrito de Geokon®.

La información contenida en este documento se considera precisa y confiable. Sin embargo, Geokon® no asume ninguna responsabilidad por errores, omisiones o malas interpretaciones. La información en este documento está sujeta a cambios sin aviso previo.

Copyright © 2006-2021 por Geokon®
(Doc Rev I.1, 03/05/23)

Declaración de garantía

Geokon garantiza que sus productos estarán libres de defectos en sus materiales y su mano de obra, bajo uso y funcionamiento normales, durante un período de 13 meses a partir de la fecha de compra. Si la unidad no funciona correctamente, debe ser devuelta a la fábrica para su evaluación, con el flete pagado. Tras el examen de Geokon, si se determina que la unidad está defectuosa, se reparará o reemplazará sin cargos. Sin embargo, la GARANTÍA quedará ANULADA si la unidad muestra evidencia de haber sido manipulada o muestra evidencia de daños como resultado de corrosión o corriente, calor, humedad o vibración excesivos, especificaciones incorrectas, mala aplicación, mal uso u otras condiciones de funcionamiento fuera del control de Geokon. Los componentes que se desgastan o dañan por el uso incorrecto no tienen garantía. Esto incluye los fusibles y las baterías.

Geokon fabrica instrumentos científicos cuyo uso incorrecto es potencialmente peligroso. Los instrumentos están diseñados para ser instalados y utilizados solo por personal calificado. No hay garantías, excepto las que se indican en este documento. No existe ninguna otra garantía, expresa o implícita, incluyendo, entre otras, las garantías de comercialización implicadas o de adecuación para un propósito en particular. Geokon no se hace responsable por cualquier daño o pérdida causada a otros equipos, ya sea directo, indirecto, incidental, especial o consecuente, que el comprador pueda experimentar como resultado de la instalación o uso del producto. La única compensación para el comprador ante cualquier incumplimiento de este acuerdo por parte de Geokon o cualquier incumplimiento de cualquier garantía por parte de Geokon no excederá el precio de compra pagado por el comprador a Geokon por la unidad o las unidades, o el equipo directamente afectado por tal incumplimiento. Bajo ninguna circunstancia, Geokon reembolsará al reclamante por pérdidas incurridas al retirar y/o volver a instalar el equipo.

Se tomaron todas las precauciones para garantizar la exactitud en la preparación de los manuales y/o el software; sin embargo, Geokon no asume responsabilidad alguna por omisiones o errores que puedan surgir ni asume responsabilidad por daños o pérdidas que resulten del uso de los productos de acuerdo con la información contenida en el manual o software.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. INSTALACIÓN	1
2.1 PRUEBAS PRELIMINARES	1
2.2 INSTALACIÓN DEL MEDIDOR DE GRIETAS.....	2
2.2.1 <i>Tipo de orificio de taladro</i>	2
2.2.2 <i>Montaje en superficie</i>	3
2.3 LECTURAS INICIALES.....	3
2.4 INSTALACIÓN Y EMPALME DEL CABLE	3
2.5 PROTECCIÓN CONTRA RAYOS.....	4
3. TOMA DE LECTURAS	5
3.1 CONSOLA DE LECTURA GK-404	5
3.1.1 <i>Operación del GK-404</i>	5
3.2 CONSOLA DE LECTURA GK-405	6
3.2.1 <i>Conectar sensores con conectores de paso adjuntos de 10 puntos</i>	6
3.2.2 <i>Conectar sensores con conductores descubiertos</i>	6
3.2.3 <i>Operación del GK-405</i>	6
3.3 CONSOLA DE LECTURA GK-403 (MODELO OBSOLETO).....	7
3.3.1 <i>Conectar sensores con conectores de paso adjuntos de 10 puntos</i>	7
3.3.2 <i>Conectar sensores con cabeza descubierta</i>	7
3.3.3 <i>Operación de la GK-403</i>	7
3.4 MEDICIÓN DE TEMPERATURAS.....	7
4. REDUCCIÓN DE DATOS	8
4.1 CÁLCULO DEL DESPLAZAMIENTO.....	8
4.2 CORRECCIÓN DE LA TEMPERATURA	9
4.3 FACTORES AMBIENTALES	10
5. SOLUCIÓN DE PROBLEMAS	12
APÉNDICE A. ESPECIFICACIONES	14
A.1 MEDIDOR DE GRIETAS MODELO 4422.....	14
A.2 TERMISTOR	14
APÉNDICE B. DERIVACIÓN DE LA TEMPERATURA DEL TERMISTOR	15

FIGURAS

FIGURA 1 - MEDIDOR DE GRIETAS EN MONUMENTOS MODELO 4422-1, TIPO DE ANCLAJE CON LECHADA	2
FIGURA 2 - MEDIDOR DE GRIETAS EN MONUMENTOS MODELO 4422-2, TIPO DE ANCLAJE CON LECHADA	3
FIGURA 3 - ESQUEMA DE PROTECCIÓN CONTRA RAYOS	4
FIGURA 4 - CONECTOR LEMO A GK-404	5
FIGURA 5 - LECTURAS EN VIVO - LECTURAS SIN PROCESAR.....	6
FIGURA 6 -HOJA NORMAL 4422 DE CALIBRACIÓN DEL MEDIDOR DE GRIETAS EN MONUMENTOS	11

TABLAS

TABLA 1 - RANGO DE LECTURA DEL MEDIDOR DE GRIETAS	2
TABLA 2 - CONVERSIÓN DE UNIDADES DE INGENIERÍA FACTORES.....	8
TABLA 3 - CONSTANTES DEL CÁLCULO DEL COEFICIENTE TÉRMICO	9
TABLA 4 - RESISTENCIA DE LA MUESTRA	13
TABLA 5 - HOJA DE TRABAJO DE LA RESISTENCIA	13
TABLA 6 - RESISTENCIA DEL TERMISTOR CONTRA TEMPERATURA.....	15

ECUACIONES

ECUACIÓN 1 - CÁLCULO DE DÍGITOS	8
ECUACIÓN 2 - CÁLCULO DE DEFORMACIÓN	8
ECUACIÓN 3 - CÁLCULO DE DEFORMACIÓN CORREGIDO TÉRMICAMENTE.....	9
ECUACIÓN 4 - CÁLCULO DEL COEFICIENTE TÉRMICO.....	9
ECUACIÓN 5 - RESISTENCIA A LA TEMPERATURA	15

1. INTRODUCCIÓN

Los medidores de grietas para monumentos Geokon Modelo 4422 están diseñados para medir el movimiento a través de juntas y grietas en monumentos. El tamaño pequeño está diseñado para hacer que el medidor de grietas sea lo más discreto posible. El eje del medidor de grietas en los monumentos tiene tres pequeños orificios perforados. Se suministra un pasador de metal para insertarlo dentro de uno de estos orificios. Estos orificios y el pasador de metal están diseñados para ayudar al usuario a seleccionar el rango del medidor de grietas de modo que se pueda configurar para medir principalmente tensiones, compresiones, o ambas, dependiendo del orificio en el que se inserte el pasador de metal. El rango máximo es de cuatro mm.

Este instrumento consiste en una serie de elementos sensibles de cuerda vibrante con un resorte con tratado térmico y libre de tensión, conectado a una cuerda vibrante en un extremo y a una varilla de conexión en el otro. Conforme la varilla de conexión sale del cuerpo del medidor, el resorte se alarga, provocando un incremento en la tensión de la cuerda vibrante. El aumento en la tensión (deformación) de la cuerda es directamente proporcional a la extensión del eje. Este cambio en la tensión permite al medidor de grietas en monumentos medir la abertura en la unión con mucha precisión.

Los medidores de grietas en los monumentos están diseñados para ser leídos por una de las muchas consolas de lectura disponibles de Geokon.

2. INSTALACIÓN

2.1 Pruebas preliminares

Al recibir el instrumento, se debe verificar que el medidor funcione correctamente (incluido el termistor). El medidor de grietas normalmente viene con el eje asegurado a aproximadamente el 50% de su alcance, por el pasador de metal colocado en el medio de los tres orificios, (ver Figura 1). Esto mantiene el instrumento en tensión en su posición de rango medio. (Esto también ayuda a protegerlo durante el envío).

¡PRECAUCIÓN! No gire el eje del medidor de grietas más de 180 grados. Esto podría causar daños irreparables en el instrumento. Nunca extienda el medidor de grietas más allá de su alcance de operación.

Conecte el medidor a una consola de lectura y tome una lectura. (Vea las instrucciones de lectura en la Sección 3.) La posición del rango medio debe dar una lectura de aproximadamente 4500 en el canal B. Tire suavemente de los extremos del medidor y las lecturas deben ser estables y en el rango de 2500 a 6000 en el canal B.

Puede verificar también la continuidad de la corriente eléctrica usando un ohmímetro. La resistencia entre los conductores principales deberá ser de alrededor de 50 ohmios, ± 5 ohmios. Recuerde agregar la resistencia del cable al verificar (los cables de cobre trenzados 22 AWG son aproximadamente de $14.7\Omega/1000'$ o $48.5\Omega/\text{km}$, multiplique por dos para ambas direcciones). Entre el verde y el blanco debe haber aproximadamente 3000 ohmios a 25° (ver Tabla 6), y entre cualquier conductor y el blindaje debe exceder los dos megohmios.

2.2 Instalación del medidor de grietas

El medidor de grietas en monumentos está provisto de varillas roscadas que pueden insertarse en orificios de perforación cortos o pegarse con epoxi a la superficie. Normalmente, resultará más conveniente fijar el cable en su lugar antes de conectar el medidor de grietas.

El medidor de grietas se puede instalar en su posición de rango medio dejando el pasador de metal adentro (ver Figura 1 y Figura 2 en las siguientes subsecciones) o se puede quitar el pasador, permitiendo que la lectura inicial del medidor sea configurada para la dirección anticipada del movimiento. Cuando coloque el medidor en posición usando un dispositivo de lectura portátil, use los rangos de lectura en la Tabla 1 para determinar la posición adecuada.

Lectura aproximada de rango medio	Lectura aproximada para medir extensiones	Lectura aproximada para medir compresión
4000-4500	2500-3000	5500-6000

Tabla 1 - Rango de lectura del medidor de grietas

2.2.1 Tipo de orificio de taladro

Para el medidor de grietas de rango estándar (4 mm), taladre dos orificios de 9 mm (3/8") de diámetro, separados 114.3 mm (4.5"), a una profundidad de 25 mm (una pulgada). Se proporciona una barra espaciadora de orificio de taladro para hacer esto más fácil. Perforar un orificio, luego colocar un taladro un poco más pequeño en el orificio y usar la barra espaciadora para ubicar el segundo orificio.

Atornillar los dos pernos de acero inoxidable en las varillas roscadas, llenar los orificios de perforación con epoxi o cemento de fraguado rápido y presionar los pernos en la lechada o epoxi con el pasador de metal que sostiene el medidor de grietas en la posición media todavía en su lugar. Cuando la lechada o el epoxi se hayan endurecido, se puede quitar el pasador de metal.

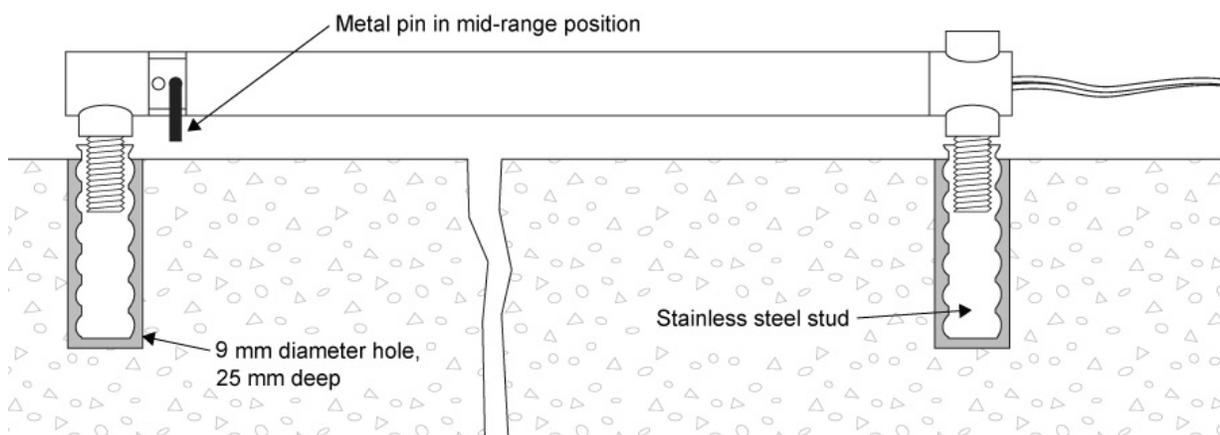


Figura 1 - Medidor de grietas en monumentos Modelo 4422-1, tipo de anclaje con lechada

2.2.2 Montaje en superficie

Para el montaje en superficie se suministran dos pies de acero inoxidable que se pueden atornillar a las varillas roscadas. Prepare un poco de epoxi de fraguado rápido y aplíquelo tanto en la superficie del monumento como en la superficie de las patas de acero inoxidable. Con el pasador de metal que sostiene el medidor de grietas en su posición de rango medio todavía en su lugar, presione los pies sobre la superficie del monumento y manténgalo en su lugar hasta que el epoxi se asiente. Retire el pasador de metal.

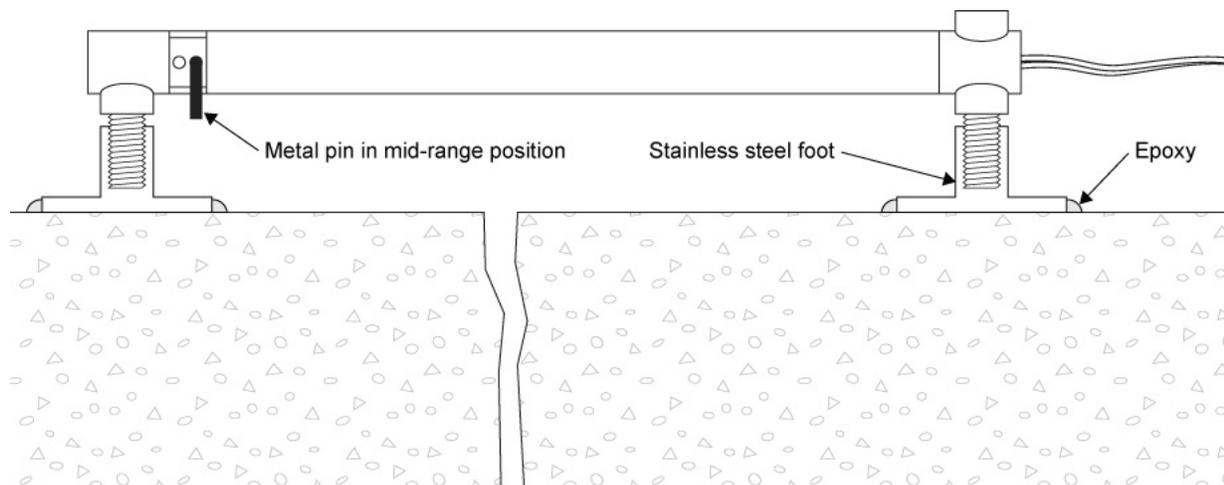


Figura 2 - Medidor de grietas en monumentos Modelo 4422-2, tipo de anclaje con lechada

2.3 Lecturas iniciales

En el momento de la instalación, debe tomar y registrar las lecturas iniciales cuidadosamente, junto con la temperatura. Estas lecturas servirán como referencia para cálculos de deformación posteriores.

2.4 Instalación y empalme del cable

Deberá crearse un canal para el cable para minimizar los posibles daños por equipo en movimiento, escombros u otras causas. Puede protegerse el cable usando un conducto flexible, que puede ser proporcionado por Geokon.

Las cajas de bornes con entradas de cable selladas están disponibles en Geokon para todo tipo de aplicaciones. Estas permiten que varios medidores terminen en una sola ubicación con protección total de los cables conductores. El panel interior de la caja de bornes puede tener conectores incorporados o una sola conexión con un interruptor giratorio para selección de la posición. Contacte a Geokon para obtener información específica sobre las aplicaciones.

Debido a que la señal de salida de la cuerda vibrante es una frecuencia y no una corriente o voltaje, las variaciones en la resistencia del cable tienen muy poco efecto sobre las lecturas del medidor, por lo tanto, empalmar los cables no tiene efectos adversos, y, en ciertos casos, de hecho puede ser conveniente. El cable usado para empalmes debe ser cable par trenzado de alta calidad, con blindaje del 100% y un hilo de drenaje reforzado integral. **Al hacer empalmes, es muy importante que los cables de drenaje blindados se empalmen juntos.** Siempre conserve la polaridad conectando por colores.

Los kits de empalme recomendados por Geokon incorporan moldes, los cuales se posicionan alrededor del empalme y luego se rellenan con epoxi para impermeabilizar las conexiones. Cuando están bien hechos, este tipo de empalmes equivalen o son mejores que los mismos cables en fuerza y propiedades eléctricas. Contacte a Geokon para obtener materiales para empalmes e instrucciones adicionales para el empalme de cables.

Pueden terminarse los cables decapando y estañando los conductores individuales y luego conectándolos a un cable de conexión de la consola de lectura. En forma alternativa, puede usar un conector que se enchufará directamente a la consola de lectura o a un receptáculo en un cable de conexión especial.

2.5 Protección contra rayos

A diferencia de muchos otros tipos de instrumentos de Geokon disponibles, los medidores de grietas en monumentos no cuentan con componentes integrados para protección contra rayos, tales como transorbs o protectores de sobretensión de plasma. Normalmente esto no es un problema, sin embargo, si el cable del instrumento está expuesto, podría ser adecuado instalar componentes para protección contra rayos, ya que el transiente podría bajar por el cable hasta llegar al medidor y destruirlo.

Opciones sugeridas de protección contra rayos:

- Si el instrumento está conectado a una caja de bornes o multiplexer, pueden instalarse componentes como protectores de sobretensión de plasma (espacios de chispa) en la caja de bornes/multiplexer como medida de protección contra el transiente. Las cajas de bornes y multiplexers disponibles en Geokon proporcionan lugares adecuados para la instalación de estos componentes.
- Los tableros pararrayos y las carcasas también están disponibles en Geokon. Estas unidades se instalan en donde los cables del instrumento salen hacia la estructura bajo monitoreo. La carcasa cuenta con una parte superior que se puede retirar para permitir al cliente dar servicio a los componentes o reemplazar el tablero en caso de que la unidad fuera dañada por un rayo. Se hace una conexión entre la carcasa y la conexión a tierra para facilitar el paso de los transientes lejos del transductor de desplazamiento. Ver Figura 3.
- Los protectores de sobretensión de plasma pueden fijarse con epóxidos en el cable del instrumento, cerca del transductor. Una correa de conexión a tierra conecta el protector de sobretensión a una conexión a tierra, tal como una estaca de conexión a tierra, o la misma varilla.

Consulte con el fabricante para obtener más información acerca de las protecciones contra rayos disponibles.

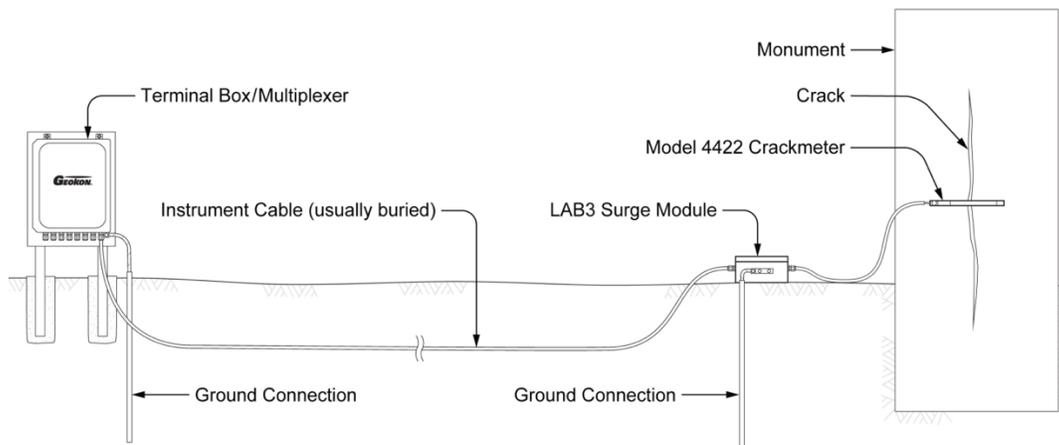


Figura 3 - Esquema de protección contra rayos

3. TOMA DE LECTURAS

3.1 Consola de lectura GK-404

La consola de lectura de cuerda vibrante Modelo GK-404 es una unidad portátil, de bajo uso de energía, que es capaz de operar durante más de 20 horas continuas con dos baterías AA. Está diseñada para las lecturas de todos los medidores de cuerda vibrante y transductores Geokon y tiene la capacidad de mostrar las lecturas como dígitos, frecuencia (Hz), períodos (μ s), o microdeformaciones (μ ϵ). La GK-404 también muestra la temperatura del strandmeter (incorporado en el termistor) con una resolución de 0.1 °C.

3.1.1 Operación del GK-404

Antes de usarla, fije los conductores sueltos a la GK-404 alineando el círculo rojo del conector "Lemo" plata con la línea roja del conector de la parte superior de la GK-404. (Figura 4). Inserte el conector Lemo en la GK-404 hasta que quede fijo en su posición.



Figura 4 -Conector Lemo a GK-404

Conecte cada uno de los broches de los conductores al color que le corresponda de los conductores del sensor, considerando que el azul representa la protección (descubierto).

Para encender la GK-404, presione el botón "ENCENDIDO/APAGADO" en el panel frontal de la unidad. Se mostrará la pantalla inicial de configuración. Después de aproximadamente un segundo, la GK-404 comenzará a tomar las lecturas y las mostrará con base en la configuración de los botones POS y MODO.

La pantalla de la unidad mostrará lo siguiente (de izquierda a derecha):

- La posición actual: Configurada por el botón **POS**, mostrado de la A a la F.
- La lectura actual: Configurada por el botón **MODO**, mostrada como un valor numérico seguido por la unidad de medición.
- La lectura de la temperatura del medidor fijado en grados Celsius.
-

Use el botón POS para seleccionar la posición **B** y el botón **MODE** para seleccionar **Dg** (dígitos). (Se pueden seleccionar otras funciones como se describe en el manual de GK-404).

La GK-404 continuará tomando mediciones y mostrando las lecturas hasta que la unidad se apague, ya sea en forma manual o por el temporizador de apagado automatizado (en caso de contar con uno). En caso de que no se muestre ninguna lectura o la lectura sea inestable, consultar la Sección 5 para obtener sugerencias sobre resolución de problemas. Para obtener más información, consulte el manual de GK-404.

3.2 Consola de lectura GK-405

La consola de lectura de cable vibrante GK-405 cuenta con dos componentes: La unidad de consola de lectura, que consta de una computadora de mano con Windows Mobile que ejecuta la aplicación de lectura de cable vibrante GK-405; y el Módulo Remoto GK-405, que está alojado en un gabinete resistente a la intemperie y se conecta mediante un cable al medidor de cuerda vibrante que se va a medir. Los dos componentes se comunican de forma inalámbrica. La unidad puede operar desde el receptáculo de un módulo remoto, o, si le es más conveniente, puede retirarse y operarse a hasta 20 metros del módulo remoto.

3.2.1 Conectar sensores con conectores de paso adjuntos de 10 puntos

Alinee las ranuras del conector del sensor (macho), con el conector adecuado en la consola (conector hembra, sensor etiquetado o célula de carga). Empuje el conector hasta que quede en su posición, luego gire el anillo exterior del conector macho hasta que quede fijo en su posición.

3.2.2 Conectar sensores con conductores descubiertos

Fije los conductores sueltos de la GK-403-2 a los conductores descubiertos del sensor de cuerda vibrante Geokon conectando cada una de las pinzas a los conductores de acuerdo con el código de color de los conductores del sensor, considerando que el azul representa la protección (descubierto).

3.2.3 Operación del GK-405

Presione el botón etiquetado como "POWER ON (ENCENDIDO)". Una luz azul comenzará a parpadear, lo que significa que el módulo remoto está esperando para conectarse a la unidad portátil. Inicie el programa VWRA GK-405 tocando "Start" en la ventana principal de la computadora de mano, luego "Programs" y luego el ícono VWRA GK-405. Después de unos segundos, la luz azul del módulo remoto debe dejar de parpadear y permanecer encendida. La ventana de lecturas en vivo se mostrará en la computadora de mano. Elija el modo de visualización "B". La Figura 5 muestra una salida típica de cuerda vibrante en dígitos y una salida de termistor en grados Celsius. En caso de que no se muestre ninguna lectura o la lectura sea inestable, ver la Sección 5 para obtener sugerencias sobre resolución de problemas. Para obtener más información, consulte el Manual de Instrucciones de la GK-405.

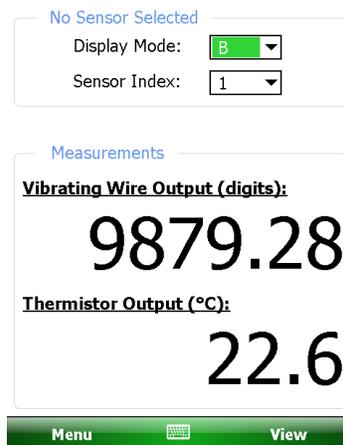


Figura 5 - Lecturas en vivo - Lecturas sin procesar

3.3 Consola de lectura GK-403 (modelo obsoleto)

La GK-403 puede almacenar lecturas del medidor, así como aplicar factores de calibración para convertir lecturas en unidades de ingeniería. Las siguientes instrucciones explican cómo tomar medidas del medidor utilizando los modos "B" y "F". Consulte el Manual de instrucciones de GK-403 para obtener información adicional.

3.3.1 Conectar sensores con conectores de paso adjuntos de 10 puntos

Alinee las ranuras del conector del sensor (macho), con el conector adecuado en la consola (conector hembra, sensor etiquetado o célula de carga). Empuje el conector hasta que quede en su posición, luego gire el anillo exterior del conector macho hasta que quede fijo en su posición.

3.3.2 Conectar sensores con cabeza descubierta

Fije los conductores sueltos de la GK-403-2 a los conductores descubiertos del sensor de cuerda vibrante Geokon conectando cada una de las pinzas a los conductores de acuerdo con el código de color de los conductores del sensor, considerando que el azul representa la protección (descubierto).

3.3.3 Operación de la GK-403

- 1) Gire el selector de pantalla a la posición "B" (o "F").
- 2) Encienda la unidad.
- 3) La lectura mostrará la salida de cuerda vibrante en dígitos. (El último dígito puede cambiar en uno o dos dígitos mientras se lleva a cabo la lectura).
- 4) El termistor será leído y mostrado en la pantalla localizada encima de las lecturas del medidor en grados centígrados.
- 5) Presione el botón "Store (Almacenar)" para registrar el valor mostrado.

En caso de que no se muestre ninguna lectura o la lectura sea inestable, ver la Sección 5 para obtener sugerencias sobre resolución de problemas.

La unidad se apagará automáticamente después de aproximadamente dos minutos para conservar energía.

3.4 Medición de temperaturas

Cada medidor de grietas está equipado con un termistor, que proporciona una salida de resistencia variable a medida que cambia la temperatura. Los conductores blanco y verde del cable del instrumento generalmente se conectan con el termistor interno.

Las consolas de lectura GK-403, GK-404, y GK-405 leerán el termistor y mostrarán la temperatura en grados C.

Para leer las temperaturas usando un ohmímetro: Conecte un ohmímetro a los conductores verde y blanco del termistor que provienen del transductor de desplazamiento. Debido a que los cambios en la resistencia por temperatura son muy grandes, el efecto de la resistencia de los cables generalmente es insignificante. En el caso de los cables más largos, se puede aplicar una corrección, equivalente aproximadamente a 14.7Ω por cada 1000 pies (48.5Ω por km) a $20\text{ }^\circ\text{C}$. Multiplique estos factores por dos para contabilizar ambas direcciones. Busque las temperaturas de las resistencia medida en el apéndice B, Tabla 6.

4. REDUCCIÓN DE DATOS

4.1 Cálculo del desplazamiento

La unidad básica utilizada por Geokon para medir y reducir los datos de los transductores de desplazamiento de cuerda vibrante son los "dígitos". El cálculo de dígitos se basa en la siguiente ecuación:

$$\text{Dígitos} = \left(\frac{1}{\text{Punto}} \right)^2 \times 10^{-3} \text{ o } \text{dígitos} = \frac{\text{Hz}^2}{1000}$$

Ecuación 1 - Cálculo de dígitos

Para convertir dígitos en deformación, use la Ecuación 2.

$$D_{\text{no corregido}} = (R_1 - R_0) \times G \times F$$

Ecuación 2 - Cálculo de deformación

En donde:

R_1 es la lectura actual.

R_0 es la lectura inicial, usualmente obtenida durante la instalación (ver Sección 2.3).

G es el factor de medición, usualmente milímetros o pulgadas por dígito.

(Vea la hoja de calibración de ejemplo que se muestra en Figura 6.)

F es un factor de conversión de unidades de ingeniería opcional, consulte la Tabla 2.

Desde→ Hasta↓	Pulgadas	Pies	Milímetros	Centímetros	Metros
Pulgadas	1	12	0.03937	0.3937	39.37
Pies	0.0833	1	0.003281	0.03281	3.281
Milímetros	25.4	304.8	1	10	1000
Centímetros	2.54	30.48	0.10	1	100
Metros	0.0254	0.3048	0.001	0.01	1

Tabla 2 - Conversión de unidades de ingeniería Factores

Por ejemplo, si la lectura inicial (R_0) es 4000 dígitos, la lectura actual (R_1) es 5000 y el factor de calibre es 0.001077 mm / dígito, entonces el cambio de deformación se calcula de la siguiente manera:

$$D_{\text{no corregido}} = (5000 - 4000) \times 0.001077 = +1.077 \text{ mm}$$

(Tenga en cuenta que un incremento en las lecturas (dígitos) indican que la grieta está ensanchándose.)

Para utilizar los factores del calibre polinómico que se proporcionan en la hoja de calibración:

Utilice el valor de R_0 y los factores de medición A y B, con el desplazamiento (D) establecido en cero, para calcular el nuevo valor de C. A continuación, sustituya el nuevo valor de R_1 y utilice A, B y el nuevo valor de C, para calcular D.

4.2 Corrección de la temperatura

Debido a que los transductores de desplazamiento de cuerda vibrante de Geokon tienen un pequeño coeficiente de expansión térmica, en muchos casos la corrección puede no ser necesaria. Sin embargo, si se desea la máxima precisión o los cambios de temperatura son extremos ($>10^{\circ}\text{C}$), se puede aplicar una corrección basada en la siguiente ecuación:

$$D_{\text{corregido}} = ((R_1 - R_0) \times G) + ((T_1 - T_0) \times K)$$

Ecuación 3 - Cálculo de deformación corregido térmicamente

En donde:

R_1 es la lectura actual.

R_0 es la temperatura inicial

G es el factor de medición lineal

T_1 es la temperatura actual

T_0 es la temperatura inicial

K es el coeficiente térmico (vea la Ecuación 4).

También debería considerarse el coeficiente de temperatura de la masa o parte a la que se fije el medidor de grietas. Al corregir el transductor por cambios de temperatura, se puede distinguir el coeficiente de temperatura de la masa o miembro.

Las pruebas han determinado que el coeficiente térmico, K , cambia con la posición del eje del transductor. Por eso, el primer paso en el proceso de corrección de la temperatura es determinar el coeficiente térmico adecuado con base en la siguiente ecuación:

$$K = ((R_1 \times M) + B) \times G$$

Ecuación 4 - Cálculo del coeficiente térmico

En donde:

R_1 es la lectura actual.

M es el multiplicador, de la Tabla 3.

B es la constante, de la Tabla 3.

G es el factor de medición lineal de la hoja de calibración proporcionada (Figure 6).

Multiplicador (M):	0.000281
Constante (B):	0.813372

Tabla 3 - Constantes del cálculo del coeficiente térmico

El siguiente ejemplo muestra que las correcciones por cambios de temperatura suelen ser pequeñas y, a menudo, pueden ignorarse.

$$R_0 = 4773 \text{ dígitos}$$

$$R_1 = 4589 \text{ dígitos}$$

$$T_0 = 20.3 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_1 = 32.9 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$G = 0.001307 \text{ mm/dígito}$$

$$K = (((4589 \times 0.000281) + 0.813372) \times 0.001307) = 0.002748$$

$$D_{\text{corregido}} = ((R_1 - R_0) \times G) + ((T_1 - T_0) \times K)$$

$$D_{\text{corregido}} = ((4589 - 4773) \times 0.001307) + ((32.9 - 20.3) \times 0.002748)$$

$$D_{\text{corregido}} = -0.240488 + 0.034625$$

$$D_{\text{corregido}} = -0.206 \text{ mm}$$

4.3 Factores ambientales

Debido a que el propósito de la instalación del medidor de grietas es monitorear las condiciones en el sitio, deberían observarse y registrarse los factores que afectan estas condiciones. Algunos efectos aparentemente menores pueden tener una gran influencia en el comportamiento de la estructura bajo monitoreo y podrían ser indicaciones tempranas de problemas potenciales. Algunos de estos factores incluyen, entre otros, detonaciones, lluvias, niveles de las mareas, tráfico, cambios atmosféricos y de temperatura, condiciones climáticas, cambios en el personal, actividades de construcción cercanas, secuencias de excavación y rellenos, cambios estacionales, etc.



48 Spencer St. Lebanon, N.H. 03766 USA

Vibrating Wire Displacement Transducer Calibration Report

Range: 3 mmCalibration Date: July 14, 2008Serial Number: 08-14823Temperature: 24.1 °CCalibration Instruction: CI-4400Technician: *J. Bellavance*

GK-401 Reading Position B

Actual Displacement (mm)	Gage Reading 1st Cycle	Gage Reading 2nd Cycle	Average Gage Reading	Calculated Displacement (Linear)	Error Linear (%FS)	Calculated Displacement (Polynomial)	Error Polynomial (%FS)
0.0	2547	2548	2548	-0.01	-0.38	0.00	-0.07
0.6	3119	3120	3120	0.60	0.15	0.60	0.09
1.2	3683	3680	3682	1.21	0.32	1.20	0.08
1.8	4234	4234	4234	1.80	0.15	1.80	-0.08
2.4	4787	4785	4786	2.40	-0.03	2.40	-0.09
3.0	5337	5338	5338	2.99	-0.24	3.00	0.07

(mm) Linear Gage Factor (G): 0.001077 (mm/ digit)Regression Zero: 2558Polynomial Gage Factors: A: 8.82487E-09 B: 0.001007 C: -2.625(inches) Linear Gage Factor (G): 0.00004239 (inches/ digit)Polynomial Gage Factors: A: 3.47436E-10 B: 0.00003965 C: -0.10335Calculated Displacement: Linear, $D = G(R_1 - R_0)$ Polynomial, $D = AR_1^2 + BR_1 + C$

Refer to manual for temperature correction information.

Function Test at Shipment:

GK-401 Pos. B: PassedTemp(T_0): 25.8 °CDate: July 15, 2008

The above instrument was found to be in tolerance in all operating ranges.
 The above named instrument has been calibrated by comparison with standards traceable to the NIST, in compliance with ANSI Z540-1.
 This report shall not be reproduced except in full without written permission of Geokon Inc.

Figura 6 -Hoja normal 4422 de calibración del medidor de grietas en monumentos

5. SOLUCIÓN DE PROBLEMAS

El mantenimiento y la resolución de problemas de los medidores de grietas en monumentos está restringido a revisiones periódicas de las conexiones del cable y el mantenimiento de las terminales. Una vez instalados, los medidores de grietas son generalmente inaccesibles y las soluciones son limitadas. **Los medidores no deberán abrirse en el campo.** En caso de que surjan dificultades, consulte la siguiente lista de problemas y posibles soluciones. Devuelva cualquier medidor defectuoso a la fábrica. Para obtener información de resolución de problemas y soporte adicional, contacte a Geokon.

Síntoma: La resistencia del termistor es demasiado alta

- ✓ Es probable que haya algún circuito abierto. Revise todas las conexiones, terminales y enchufes. Si encuentra algún corte en el cable, únalo siguiendo las instrucciones de la Sección 2.4.

Síntoma: La resistencia del termistor es demasiado baja

- ✓ Es probable que haya algún corto. Revise todas las conexiones, terminales y enchufes. Si encuentra algún corto en el cable, únalo siguiendo las instrucciones de la Sección 2.4.
- ✓ Es posible que el agua haya penetrado en el interior del medidor de grietas. No hay solución.

Síntoma: Las lecturas del instrumento son inestables

- ✓ ¿La consola de lectura está posicionada correctamente? Si está utilizando un registrador de datos para registrar las lecturas automáticamente, ¿las configuraciones de excitación de la frecuencia de barrido son correctas?
- ✓ ¿El eje del instrumento se encuentra fuera del rango especificado (ya sea de extensión o retracción) del instrumento? Cuando el eje transductor se encuentra completamente retraído con el pin de alineación dentro de la ranura de alineación, es probable que las lecturas sean inestables porque la cuerda vibrante se encuentra bajo tensión.
- ✓ ¿Hay una fuente de interferencia eléctrica cerca? Los posibles candidatos son generadores, motores, equipo de soldadura por arco, líneas de alto voltaje, etc. De ser posible, mueva el cable del instrumento lejos de líneas de corriente y equipo eléctrico o instale un filtro electrónico.
- ✓ Asegúrese de que el cable de drenaje blindado esté conectado a tierra, ya sea que utilice una lectura portátil o registrador de datos. Conecte el cable blindado de drenaje a la consola de lectura usando la pinza azul. (Verde para el GK-401.)
- ✓ ¿La consola de lectura funciona con otro medidor? De no ser así, puede ser que la batería esté baja o posiblemente tenga alguna falla.

Síntoma: El instrumento no muestra una lectura

- ✓ ¿El cable está cortado o aplastado? Revise la resistencia del cable conectando un ohmímetro a los cables del medidor. La Tabla 4 muestra la resistencia esperada para las diversas combinaciones de cables; la Tabla 5 se proporciona para que el usuario complete la resistencia real encontrada. La resistencia del cable es de aproximadamente 14.74Ω por 1000' de cable de 22 AWG. Multiplique este factor por dos para considerar ambas direcciones. Si la resistencia es demasiado alta o infinita (megohmios), es probable que el cable esté roto o haya sido cortado. Si la resistencia es demasiado baja ($<20\Omega$), los conductores del medidor pueden tener un corto. Si encuentra algún corte o corto en el cable, únalo siguiendo las instrucciones en la Sección 2.4.
- ✓ ¿La consola de lectura o el registrador de datos funcionan con otro medidor? De no ser así, puede ser que la batería esté baja o posiblemente tenga alguna falla.

Matriz de cabezas del sensor de cuerda vibrante: VALORES DE MUESTRA					
	Rojo	Negro	Blanco	Verde	Protección
Rojo	N/A	$\cong 50\Omega$	infinito	infinito	infinito
Negro	$\cong 50\Omega$	N/A	infinito	infinito	infinito
Blanco	infinito	infinito	N/A	3000 Ω en 25°C	infinito
Verde	infinito	infinito	3000 Ω en 25°C	N/A	infinito
Protección	infinito	infinito	infinito	infinito	N/A

Tabla 4 - Resistencia de la muestra

Matriz de cabezas del sensor de cuerda vibrante: NOMBRE DEL SENSOR/##					
	Rojo	Negro	Blanco	Verde	Protección
Rojo					
Negro					
Blanco					
Verde					
Protección					

Tabla 5 - Hoja de trabajo de la resistencia

APÉNDICE A. ESPECIFICACIONES

A.1 Medidor de grietas Modelo 4422

Rango:	4 mm / 0.16 pulg
Resolución:¹	0.025% FSR
Linealidad:	0.25% FSR
Cambio térmico cero:²	< 0.05% FSR/°C
Estabilidad:	< 0.2% / año (en condiciones estáticas)
Rango excesivo:	115% FSR
Rango de temperatura:	-20 a +80 °C
Rango de frecuencia:	1400 – 3500 Hz
Resistencia de la bobina:	50 Ω, ±5 Ω
Tipo de cable:³	Dos pares trenzados (cuatro conductores) 22 AWG Protección de papel aluminio, cubierta de PVC, diámetro total nominal=6.3 mm (0.250 pulgadas)
Código de cableado:	Rojo y negro son los sensores de cuerda vibrante, blanco y verde son el termistor.
Longitud: (rango medio, de extremo a extremo)	125 mm / 4.908 pulg

Notas:

¹ Mínimo, una mayor resolución es posible dependiendo del dispositivo de lectura.

² Depende de la aplicación.

³ Cubierta del cable de poliuretano disponible.

A.2 Termistor

Rango: -80 a +150 °C

Exactitud: ±0.5 °C

APÉNDICE B. DERIVACIÓN DE LA TEMPERATURA DEL TERMISTOR

Tipo de termistor: YSI 44005, Dale #1C3001-B3, Alpha #13A3001-B3

Ecuación para obtener la resistencia a la temperatura:

$$T = \frac{1}{A+B(\ln R)+C(\ln R)^3} - 273.15 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Ecuación 5 - Resistencia a la temperatura

En donde;

T = es la Temperatura en $^{\circ}\text{C}$.

$\ln R$ = es el registro natural de la resistencia del termistor

A = 1.4051×10^{-3}

B = 2.369×10^{-4}

C = 1.019×10^{-7}

Nota: Los coeficientes se calculan entre los -50 y los $+150$ $^{\circ}\text{C}$.

Ohmios	Temp.	Ohmios	Temp.	Ohmios	Temp.	Ohmios	Temp.	Ohmios	Temp.
201.1 K	-50	16.60 K	-10	2417	+30	525.4	+70	153.2	+110
187.3 K	-49	15.72 K	-9	2317	31	507.8	71	149.0	111
174.5 K	-48	14.90 K	-8	2221	32	490.9	72	145.0	112
162.7 K	-47	14.12 K	-7	2130	33	474.7	73	141.1	113
151.7 K	-46	13.39 K	-6	2042	34	459.0	74	137.2	114
141.6 K	-45	12.70 K	-5	1959	35	444.0	75	133.6	115
132.2 K	-44	12.05 K	-4	1880	36	429.5	76	130.0	116
123.5 K	-43	11.44 K	-3	1805	37	415.6	77	126.5	117
115.4 K	-42	10.86 K	-2	1733	38	402.2	78	123.2	118
107.9 K	-41	10.31 K	-1	1664	39	389.3	79	119.9	119
101.0 K	-40	9796	0	1598	40	376.9	80	116.8	120
94.48 K	-39	9310	+1	1535	41	364.9	81	113.8	121
88.46 K	-38	8851	2	1475	42	353.4	82	110.8	122
82.87 K	-37	8417	3	1418	43	342.2	83	107.9	123
77.66 K	-36	8006	4	1363	44	331.5	84	105.2	124
72.81 K	-35	7618	5	1310	45	321.2	85	102.5	125
68.30 K	-34	7252	6	1260	46	311.3	86	99.9	126
64.09 K	-33	6905	7	1212	47	301.7	87	97.3	127
60.17 K	-32	6576	8	1167	48	292.4	88	94.9	128
56.51 K	-31	6265	9	1123	49	283.5	89	92.5	129
53.10 K	-30	5971	10	1081	50	274.9	90	90.2	130
49.91 K	-29	5692	11	1040	51	266.6	91	87.9	131
46.94 K	-28	5427	12	1002	52	258.6	92	85.7	132
44.16 K	-27	5177	13	965.0	53	250.9	93	83.6	133
41.56 K	-26	4939	14	929.6	54	243.4	94	81.6	134
39.13 K	-25	4714	15	895.8	55	236.2	95	79.6	135
36.86 K	-24	4500	16	863.3	56	229.3	96	77.6	136
34.73 K	-23	4297	17	832.2	57	222.6	97	75.8	137
32.74 K	-22	4105	18	802.3	58	216.1	98	73.9	138
30.87 K	-21	3922	19	773.7	59	209.8	99	72.2	139
29.13 K	-20	3748	20	746.3	60	203.8	100	70.4	140
27.49 K	-19	3583	21	719.9	61	197.9	101	68.8	141
25.95 K	-18	3426	22	694.7	62	192.2	102	67.1	142
24.51 K	-17	3277	23	670.4	63	186.8	103	65.5	143
23.16 K	-16	3135	24	647.1	64	181.5	104	64.0	144
21.89 K	-15	3000	25	624.7	65	176.4	105	62.5	145
20.70 K	-14	2872	26	603.3	66	171.4	106	61.1	146
19.58 K	-13	2750	27	582.6	67	166.7	107	59.6	147
18.52 K	-12	2633	28	562.8	68	162.0	108	58.3	148
17.53 K	-11	2523	29	543.7	69	157.6	109	56.8	149
								55.6	150

Tabla 6 - Resistencia del termistor contra temperatura