
Modelo 6190

Sensor de inclinación

Manual de instrucciones



DECLARACIÓN DE GARANTÍA

GEOKON garantiza que sus productos estarán libres de defectos en sus materiales y su mano de obra, bajo uso y funcionamiento normal, 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. Una vez que sea examinada por GEOKON, si se determina que la unidad está defectuosa, se reparará o reemplazará sin cargos. Sin embargo, la **GARANTÍA SE INVALIDA** si la unidad muestra evidencias de haber sido manipulada o de haber sido dañada 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 indebido 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, sin limitación a, 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.

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 responsabilidad alguna por errores, omisiones o malas interpretaciones. La información en este documento está sujeta a cambios sin aviso previo.

El logotipo y el nombre comercial GEOKON® son marcas comerciales registradas en la Oficina de Patentes y Marcas Registradas de los Estados Unidos.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. INSTALACIÓN	2
2.1 CONEXIONES DE CABLES	2
2.2 PRUEBAS PRELIMINARES	2
2.3 ORIENTACIÓN DEL SENSOR	3
2.4 INSTALACIÓN DE SENSORES	3
2.5 DISPOSITIVO DE LECTURA	4
2.6 CONECTOR DE CUATRO PINES RESISTENTE AL AGUA	5
3. PROTOCOLO MODBUS RTU	6
3.1 INTRODUCCIÓN A MODBUS	6
3.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DE MODBUS RTU	6
3.3 TABLAS DE MODBUS	6
4. REDUCCIÓN DE DATOS	9
4.1 CÁLCULO DE LA INCLINACIÓN	9
4.2 FACTORES AMBIENTALES	9
5. SOLUCIÓN DE PROBLEMAS	10
APÉNDICE A. ESPECIFICACIONES	11
A.1 SENSOR DE INCLINACIÓN MODELO 6190	11
A.2 LISTA DE PIEZAS	12
APÉNDICE B. INFORMES DE CALIBRACIÓN TÍPICA	15
APÉNDICE C. SISTEMA DIRECCIONABLE MODBUS	21
C.1 PARÁMETROS DE COMUNICACIONES DE MODBUS	21
C.2 CÓDIGOS DE ERROR	21
APÉNDICE D. PROGRAMACIÓN EN CRBASIC	22
D.1 PROGRAMA DE MUESTRA CR1000	22
D.2 PROGRAMA DE MUESTRA CR6	22
APÉNDICE E. ORIENTACIÓN DEL SENSOR DE INCLINACIÓN	24

1. INTRODUCCIÓN

El sensor de inclinación Modelo 6190 GEOKON está diseñado para el monitoreo permanente a largo plazo de los cambios en la inclinación de estructuras como represas, terraplenes, muros de cimentación, muros de contención, edificios y aplicaciones similares. El principio básico de funcionamiento utiliza acelerómetros MEMS para medir la inclinación estática de la estructura en estudio. El monitoreo que realiza el instrumento permite recoger mediciones muy precisas de la inclinación.

Cada sensor está compuesto por un dispositivo direccionable de sistemas microelectromecánicos (MEMS) triaxial dentro de una carcasa sellada de acero inoxidable. El dispositivo mide la inclinación según tres ejes, dos de los cuales serán de interés para cualquier instalación dada. Cada sensor contiene también un sensor de temperatura digital para medir la temperatura.

Los sensores se acoplan a la estructura de interés mediante un soporte de montaje ajustable y herrajes. Los sensores se pueden utilizar individualmente o en combinación con otros. Eléctricamente, los sensores están conectados entre sí con un cable de bus de cuatro hilos y conectores moldeados resistentes al agua.

Los sensores independientes, disponibles en opciones estándar y resistentes a la corrosión, se pueden comprar con cable de longitud variable.

Cada sensor puede serializarse y calibrarse por separado. Se proporciona una hoja de calibración para cada sensor en la que se muestra la relación entre la salida del sensor y la inclinación.

El Modelo 6190 utiliza el protocolo de unidad terminal remota (RTU) Modbus® estándar del sector para comunicarse. Emplea una interfaz eléctrica RS-485 (semidúplex), reconocida por su prevalencia, simplicidad y éxito como capa física industrial robusta.

Los datos se pueden recopilar utilizando los registradores direccionables GeoNet, el convertidor de bus direccionable Modelo 8020-38, los registradores de datos de la serie Modelo 8600, los registradores de datos Campbell Scientific o cualquier otro dispositivo capaz de operar como un cliente Modbus RTU y tener un puerto RS-485.

2. INSTALACIÓN

2.1 CONEXIONES DE CABLES

Al realizar las conexiones de los cables, alinee el punto de orientación de la parte exterior del conector macho con los dos puntos de orientación de la parte exterior del conector hembra (Figura 1). Esto garantizará que las clavijas y los receptáculos de los conectores se alineen correctamente. Para evitar la entrada de agua, asegúrese de juntar los conectores hasta que estén completamente acoplados (Figura 2). Para mayor seguridad, GEOKON recomienda pegar los conectores con cinta eléctrica o cinta adhesiva negra.

Nota: Para facilitar el acoplamiento, los conectores macho llevan aplicada grasa dieléctrica. No quite esta grasa.

¡Cautela! Se debe tener cuidado para evitar cortar o dañar la envoltura del cable, lo que podría provocar la entrada de humedad en el interior del cable, causando así daños irreparables a los sensores.

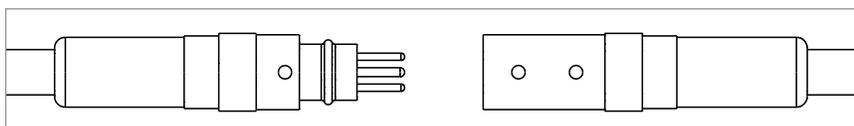


FIGURA 1: Detalle de la conexión de los cables

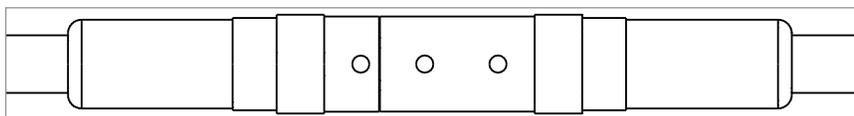


FIGURA 2: Cables conectados

2.2 PRUEBAS PRELIMINARES

Antes de la instalación, compruebe el correcto funcionamiento de los sensores siguiendo los pasos que se indican a continuación.

1. Coloque los sensores en el orden correcto revisando las etiquetas en los sensores y los documentos incluidos.
2. Empezando por el primer sensor, conecte los sensores enchufando el conector macho del cable del segundo sensor en el conector hembra del primero. (Vea la Sección 2.1 en cuanto a los detalles sobre la conexión del cable).
3. Repita este proceso hasta que todo el cable esté conectado.

Nota: El sensor de terminación macho (6190T) debe usarse como último sensor para cada cable.

4. Conecte el cable a un registrador de datos o una PC (Consulte la Sección 2.5 en cuanto a los detalles.)
5. Sostenga el primer sensor en posición vertical; el sensor debe mantenerse estable mientras se toma la lectura. La lectura observada debe aproximarse a la lectura vertical de fábrica que se indica en el informe de calibración. La temperatura indicada en el dispositivo de lectura debería ser cercana a la temperatura ambiente. Al inclinar el sensor en una dirección, las lecturas deberían aumentar. Si se inclina el sensor en la dirección opuesta, las lecturas disminuirán. Repita el proceso con los sensores restantes.

Una vez completadas las pruebas preliminares, desconecte el cable del dispositivo de lectura y desconecte los sensores entre sí.

En caso de que cualquiera de estas pruebas preliminares falle, vea la Sección 5 para identificar y solucionar el problema.

2.3 ORIENTACIÓN DEL SENSOR

Como dispositivos con capacidad triaxial, los sensores de inclinación Modelo 6190 miden la inclinación a lo largo de tres ejes y pueden usarse en instalaciones tanto verticales como horizontales.

Para instalaciones verticales, oriente el sensor con la flecha indicadora apuntando hacia arriba o hacia abajo. Para instalaciones horizontales, oriente el sensor con la flecha apuntando hacia la derecha o hacia la izquierda. Se proporcionan descripciones detalladas de la orientación del sensor en el Apéndice E.

2.4 INSTALACIÓN DE SENSORES

1. Coloque el soporte de montaje en la superficie de montaje y sitúelo de forma que el sensor de inclinación quede en la orientación prevista, tal como se ha descrito anteriormente.
2. Usando el orificio central en un lado del soporte de montaje y la ranura curva en el otro lado, marque dónde perforar.
3. Con un taladro percutor, taladre dos orificios de 9,5 mm (3/8 de pulgada) de diámetro y aproximadamente 32 mm (1,25 pulgadas) de profundidad.
4. Limpia bien los orificios, soplándolos con aire comprimido si es posible.
5. Inserte los dos anclajes de 1/4 de pulgada en los orificios. El extremo roscado debe estar más cerca de la abertura del orificio.
6. Inserte la herramienta de fijación, primero el extremo pequeño, en el primer anclaje. Expanda el anclaje golpeando con fuerza varias veces el extremo grande de la herramienta de fijación con un martillo.
7. Repita el paso 6 para el segundo orificio.
8. Alinee el soporte de montaje con los anclajes. Fije el soporte enroscando dos tornillos de cabeza hueca de 1/4 - 20 (incluidos) a través del orificio central y la ranura curva del soporte de montaje, y en los anclajes.
9. Retire la cubierta del soporte de montaje aflojando los dos tornillos que lo sujetan en su lugar.
10. Coloque el sensor de inclinación en el soporte y vuelva a instalar la cubierta del soporte. Asegúrese de orientar correctamente el sensor de inclinación según el Apéndice E.
11. Se puede ajustar un eje del sensor aflojando el tornillo de cabeza hueca de 1/4-20 ubicado en la ranura curva y girando el sensor y el soporte juntos hasta lograr la posición deseada. Vuelva a apretar el tornillo de cabeza para asegurar el sensor en su lugar.
12. Se puede ajustar un segundo eje aflojando ligeramente la cubierta del soporte para que el sensor pueda girar dentro del soporte. Vuelva a apretar los tornillos de cabeza de la cubierta del soporte para fijar el sensor en su lugar.
13. Los paso 11 y 12 pueden facilitarse conectando un convertidor de bus direccionable 8020-38 y una PC al sensor mientras se realizan ajustes para que se puedan observar las lecturas.
14. Repita los paso 1 al 13 para cada sensor posterior.

15. Enchufe el conector hembra del primer sensor en el conector macho del segundo sensor. Si usa un cable de extensión, conecte el primer y segundo sensores juntos usando el cable de extensión. (Vea la Sección 2.1 en cuanto a los detalles sobre la conexión de cables).

2.5 DISPOSITIVO DE LECTURA

Si su registrador de datos tiene comunicaciones RS-485 incorporadas, conecte el cable usando el siguiente diagrama de cableado. (El registrador de datos debe tener disponible el puerto apropiado).

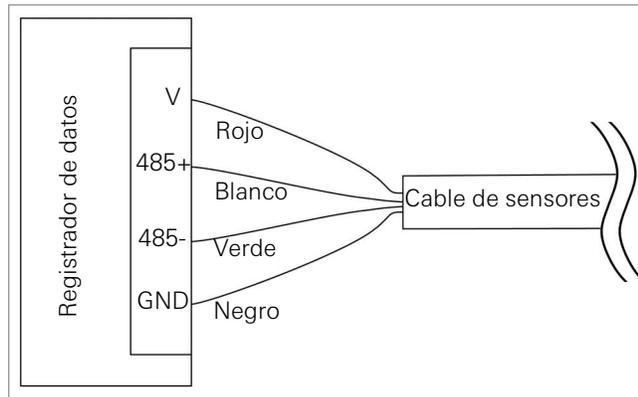


FIGURA 3: Cableado del registrador de datos con conversión RS-485 incorporada

Si su registrador de datos no tiene comunicaciones RS-485 incorporadas, se puede utilizar un convertidor de bus direccionable Modelo 8020-38 (Figura 4). El Modelo 8020-38 permite conectar cables direccionables a computadoras personales, lectores, registradores de datos y controladores lógicos programables. El convertidor actúa como puente usando los protocolos TTL o USB entre los lectores y los cables de sensores de GEOKON habilitados para RS-485.



FIGURA 4: Convertidor de RS-485 a TTL/USB, Modelo 8020-38

Si utiliza un modelo 8020-38 para conectar el sensor de inclinación a un lector, cablee las conexiones como se muestra. (Los registradores de datos deben disponer del puerto adecuado).

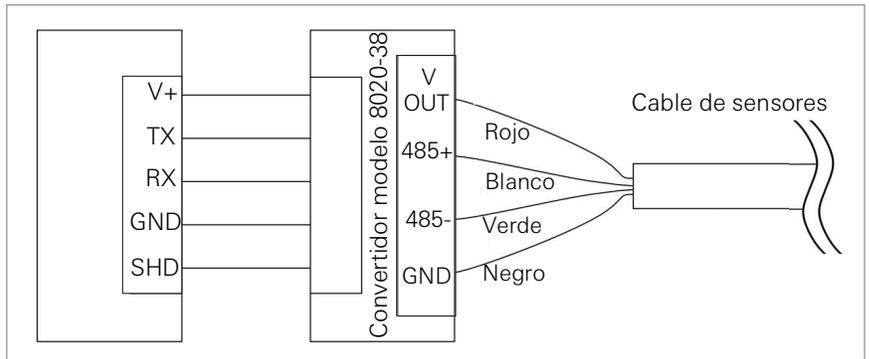


FIGURA 5: Cableado de registrador de datos sin conversión RS-485 incorporada

Para obtener más información, consulte el Manual de instrucciones del modelo 8020-38.

2.6 CONECTOR DE CUATRO PINES RESISTENTE AL AGUA

Los pines de los conectores macho y hembra de cuatro pines se muestran a continuación; la función de cada cable se detalla en la Tabla 1.

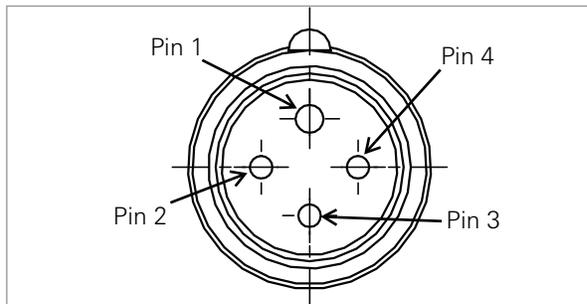


FIGURA 6: Conector macho resistente al agua

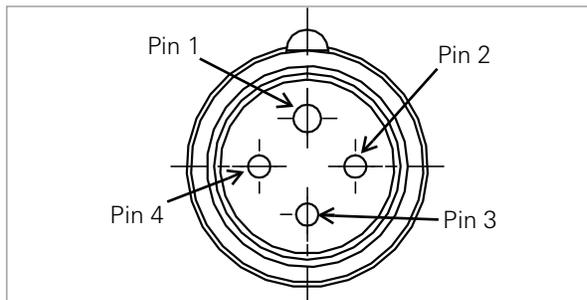


FIGURA 7: Conector hembra resistente al agua

Pin	Color del alambre	Función
1	Rojo	Alimentación
2	Negro	Tierra
3	Blanco	RS-485+ Datos Alto
4	Verde	RS-485- Datos Bajo

TABLA 1: Diagrama de cableado de cuatro pines

3. PROTOCOLO MODBUS RTU

3.1 INTRODUCCIÓN A MODBUS

Los sensores de inclinación Modelo 6190 utilizan el protocolo Modbus Remote Terminal Unit (RTU) estándar del sector para comunicarse con el método de lectura elegido. Como su nombre lo sugiere, Modbus se diseñó para trabajar en lo que se conoce como una red bus, lo que significa que todos los dispositivos reciben todos los mensajes que pasan por la red. Los sensores de inclinación Modelo 6190 usan la interfaz eléctrica RS-485 por su prevalencia, simplicidad y éxito como capa física robusta e industrial.

Puede encontrar más información acerca de Modbus en la siguiente página de Internet: <http://www.modbus.org/specs.php>

3.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DE MODBUS RTU

El Protocolo RTU de Modbus utiliza paquetes (mensajes conformados por múltiples secciones) para comunicar y transferir datos entre dispositivos dentro de la red. El formato general de estos paquetes es el siguiente:

1. Dirección Modbus (un byte) – La dirección del dispositivo específico en el bus. (Etiquetado en los sensores como #1, #2, #3, etc.)
2. Código de función (un byte) – la acción a ser realizada por el dispositivo esclavo.
3. Datos (múltiples bytes) – la carga útil del código de función que se envía.
4. Verificación de redundancia cíclica o CRC (dos bytes): Una verificación de integridad de los datos de 16 bits calculada respecto a los otros bytes en el paquete.

3.3 TABLAS DE MODBUS

Las lecturas más recientes de los sensores se almacenan en registros en memoria y se leen usando un comando de Modbus. Las lecturas de ángulo y temperatura están disponibles en formatos procesados o previos. Las direcciones de registro y los formatos se describen en la Tabla 2.

Nota: GEOKON almacena el factor de calibre y las compensaciones en el sensor durante el proceso de calibración de fábrica. Por tanto, las salidas de los ejes A, B y C son valores corregidos.

La Tabla 3 muestra las direcciones de control de los dispositivos. Cualquier valor distinto a cero escrito a la dirección disparadora inicia un ciclo de medición, el cual actualiza los registros de las mediciones de ángulo y temperatura. Toda anomalía detectada durante el ciclo de medición más reciente produce un código de error de "no cero". Consulte el Apéndice C para ver una explicación de estos códigos.

La contraseña flash previene escrituras involuntarias en la memoria no volátil en la Tabla 4 y en la información del dispositivo preprogramado en la Tabla 5. Contáctese con GEOKON para recibir instrucciones.

Register Address	Byte	Word	Parameter	Units	Type	Access		
0x100	0	LSW	A-Axis	degrees	float	RO		
	1							
0x101	2	MSW						
	3							
0x102	4	LSW	B-Axis	degrees	float			
	5							
0x103	6	MSW						
	7							
0x104	8	LSW	C-Axis	degrees	float			
	9							
0x105	10	MSW						
	11							
0x106	12	LSW	Temperature	°C	float			
	13							
0x107	14	MSW						
	15							
0x108	16	LSW	Uncorrected	degrees	float			
	17							
0x109	18	MSW				A-Axis	degrees	float
	19							
0x10A	20	LSW	Uncorrected	degrees	float			
	21							
0x10B	22	MSW				B-Axis	degrees	float
	23							
0x10C	24	LSW	Uncorrected	degrees	float			
	25							
0x10D	26	MSW				C-Axis	degrees	float
	27							

TABLA 2: Direcciones del registro y formatos

Register Address	Byte	Word	Parameter	Units	Type	Access
0x118	48		Trigger	N/A	uint16	RW
	49					
0x119	50	LSW	Password	N/A	uint32	
	51					
0x11A	52	MSW				
	53					
0x11B	54		Measure Cycle	N/A	uint16	
	55					

TABLA 3: Direcciones de control de los dispositivos

Register Address	Byte	Word	Parameter	Units	Type	Access
0x200	0		Drop Address	N/A	uint16	RO
	1					
0x201	2					
	3					
0x202	4					
	5					
0x203	6					
	7					
0x204	8		Sensor Type	N/A	string	
	9					
0x205	10					
	11					
0x206	12					
	13					
0x207	14					
	15					
0x208	16					
	17					
0x209	18	LSW	Serial Number	N/A	uint32	
	19					
0x20A	20	MSW				
	21					
0x20B	22		Software Version	N/A	uint16	
	23					
0x20C	24		Hardware Version	N/A	uint16	
	25					

TABLA 4: Memoria no volátil

Register Address	Byte	Word	Parameter	Units	Type	Access
0x20D	26	LSW	A Offset	degrees	float	RO
	27					
0x20E	28	MSW				
	29					
0x20F	30	LSW	B Offset	degrees	float	
	31					
0x210	32	MSW				
	33					
0x213	38	LSW	A Gauge Factor	degrees	float	
	39					
0x214	40	MSW				
	41					
0x215	42	LSW	B Gauge Factor	degrees	float	
	43					
0x216	44	MSW				
	45					

TABLA 5: Información del dispositivo preprogramado

4. REDUCCIÓN DE DATOS

4.1 CÁLCULO DE LA INCLINACIÓN

La lectura de salida del sensor de inclinación 6190 es un ángulo corregido de inclinación. El sensor estándar tiene un rango total de $\pm 90^\circ$ y un rango calibrado de $\pm 30^\circ$. Los valores de registro para el Factor de Medición y la Compensación se escriben en fábrica en los registros Modbus para cada sensor. Los datos de calibración llenan estos registros.

Cada sensor incluye un Factor de medición (G) único y la Compensación que se usan para calcular el ángulo de inclinación corregido (θ) del sensor:

4.2 FACTORES AMBIENTALES

Debido a que el propósito del sensor de inclinación es monitorear las condiciones en la obra, deberían observarse y registrarse los factores que afectan estas condiciones. Algunos efectos aparentemente menores pueden tener gran influencia en el comportamiento de la estructura objeto del monitoreo y podrían dar indicaciones tempranas de problemas potenciales. Algunos de estos factores incluyen, entre otros, detonaciones, lluvias, niveles de las mareas o reservas de agua, niveles y consecuencias de excavaciones o llenados, el tráfico, cambios barométricos y de temperatura, cambios en el personal, actividades de construcción cercanas, cambios estacionales, etc.

5. SOLUCIÓN DE PROBLEMAS

El mantenimiento y la solución de problemas del sensor de inclinación Modelo 6190 están restringidos a revisiones periódicas de las conexiones de los cables. Los sensores están sellados y no hay partes que los usuarios puedan revisar o reparar.

En caso de que surjan dificultades, consulte la siguiente lista de posibles soluciones. Consulte el Apéndice C para conocer los códigos de error de Modbus. Consulte con la fábrica para obtener ayuda para solucionar problemas.

SÍNTOMA: LAS LECTURAS DEL SENSOR DE INCLINACIÓN SON INESTABLES O NO HAY LECTURAS

- ¿Hay una fuente de interferencia eléctrica cerca? Las fuentes de ruido eléctrico
- más probables son los motores, los generadores y las antenas.
- Revise todas las conexiones, los terminales y los enchufes.
- Es posible que el agua haya penetrado al interior del sensor de inclinación o los conectores. Contáctese con GEOKON.

APPENDIX A. ESPECIFICACIONES

A.1 SENSOR DE INCLINACIÓN MODELO 6190

Rango ¹	±90°
Resolución ²	0,00025° (0,004 mm/m)
Precisión ³	±0,0075° (±0,13 mm/m)
No linealidad	±0,005° en un rango de ±30° (±0,09 mm/m)
Incertidumbre en función de la temperatura	±0,001°/°C en un rango angular de ±5° (±0,016 mm/m) ±0,0016°/°C en un rango angular de ±15° (±0,026 mm/m) ±0,0026°/°C en un rango angular de ±30° (±0,042 mm/m)
Voltaje de suministro de alimentación	12 VDC ±20%
Corriente de funcionamiento ⁴	12 mA ±1 mA
Corriente en espera ⁴	2 mA ±0,1 mA
Máxima corriente de alimentación ⁵	500 mA
Diámetro del sensor	25,4 mm (1 pulgada)
Longitud del sensor	180,3 mm (7,1 pulgadas)
Peso del sensor	0,29 kg (0,64 libras)
Materiales	6190, 6190S, y 6190-T: Acero inoxidable 316, polímeros de ingeniería superior 6190S-CR: Titanio
Dimensiones del soporte de montaje (longitud x ancho x profundidad)	97 x 56 x 53 mm (3,8 x 2,2 x 2,1 plug.)
Peso del soporte de montaje	0,54 kg (1,18 libras)
Materiales del soporte de montaje	Soportes para 6190, 6190S y 6190-T: Aluminio con recubrimiento en polvo negro Soportes para 6190S-CR: Titanio
Cable eléctrico	Cuatro conductores, protección de papel de aluminio, recubrimiento de poliuretano, diámetro total nominal = 7,9 mm
Interfaz	RS-485
Protocolo	MODBUS
Tasa de baudios	115.200 bps
Exactitud de temperatura	±0,5 °C
Protección de ingreso	IP68 a 3 MPa (300 m de altura de agua)
Temperatura de funcionamiento	-40 a 65°C (-40 a 149°F)

TABLA 6: Especificaciones del sensor de inclinación Modelo 6190

¹ Rango calibrado: ±30°

² El 99% de intervalo de confianza (es decir, que 99 de 100 lecturas individuales caen dentro de esta tolerancia).

³ Incluye movimientos aleatorios (cambios entre las lecturas consecutivas que no tienen causa discernible) e interferencias sísmicas durante las pruebas.

⁴ La corriente de funcionamiento y de espera es para cada sensor individual de un cable.

⁵ Para todo el cable.

A.2 LISTA DE PIEZAS

6180-3-1	Cable del lector, cables desnudos de <15 m de longitud
6180-3-2	Cable del lector, de 16 a 30 m de longitud, conductores desnudos
6180-3V	Cable del lector, >30 m de longitud, conductores desnudos
6190	Sensor de inclinación digital MEMS, triaxial
6190S	Sensor de inclinación digital MEMS independiente, triaxial
6190S-CR	Sensor de inclinación digital MEMS independiente, triaxial, resistente a la corrosión
6190-T	Sensor de inclinación digital MEMS
6190-1	Kit de accesorios de montaje
6195-1-10FT	Cable de extensión, 10 pies de longitud
6195-1-25FT	Cable de extensión, 25 pies de longitud
6195-1-50FT	Cable de extensión, 50 pies de longitud
6195-1-100FT	Cable de extensión, 100 pies de longitud
6195-1-150FT	Cable de extensión, 150 pies de longitud
6195-1-200FT	Cable de extensión, 200 pies de longitud
TLS-208	Herramienta de ajuste Rawl, 1/4"

TABLA 7: Lista de piezas del sensor de inclinación Modelo 6190

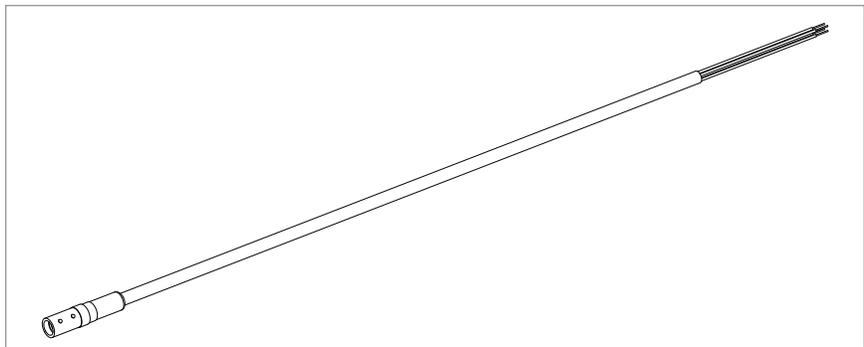


FIGURA 8: Modelo 6180-3-1, cable del lector en la parte superior/conductores desnudos -3-2, < 50 pies

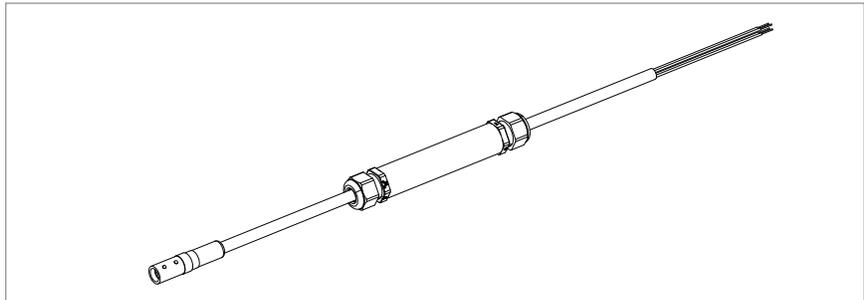


FIGURA 9: Modelo 6180-3V, cable del lector en la parte superior/conductores desnudos, > 100 pies

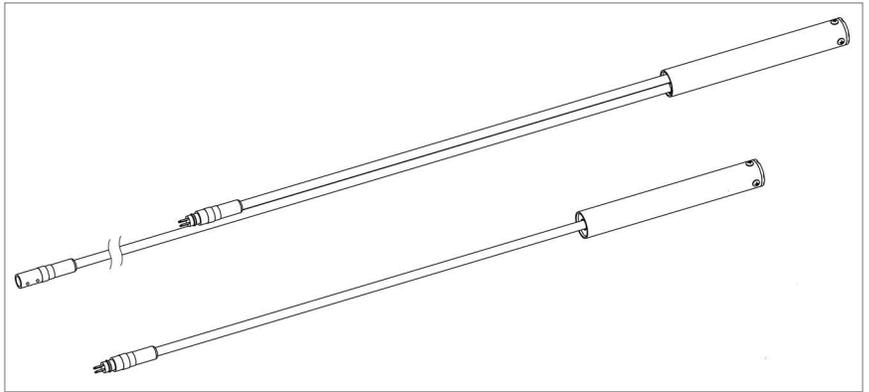


FIGURA 10: Sensor de inclinación Modelo 6190 (superior), sensor de terminal Modelo 6190T (inferior)

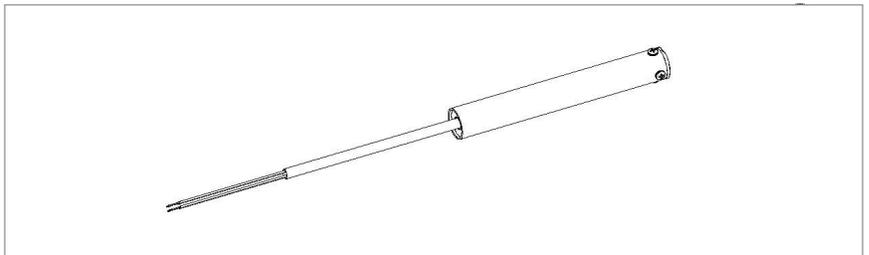


FIGURA 11: Sensores de inclinación independientes Modelos 6190S y 6190S-CR

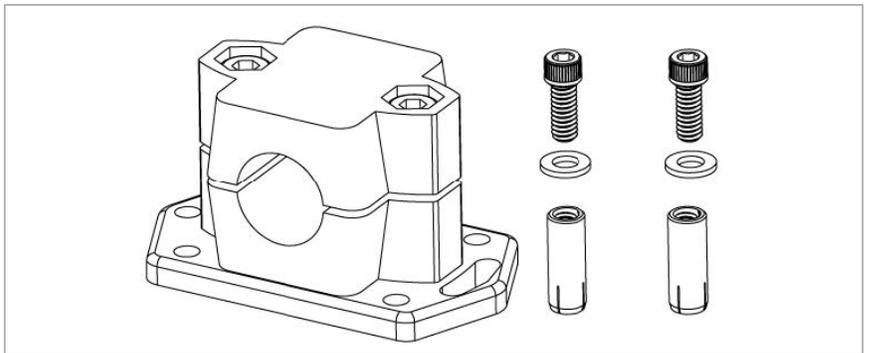


FIGURA 12: Kit de montaje 6190-1 (incluye llave hexagonal, no se muestra)

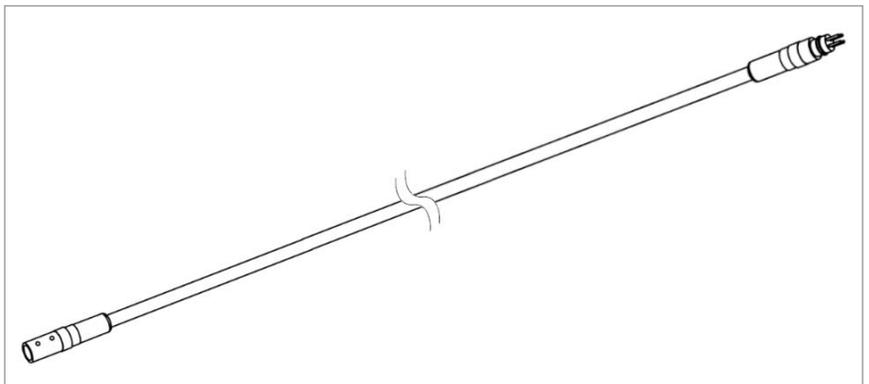


FIGURA 13: Cable de extensión Modelo 6195-1

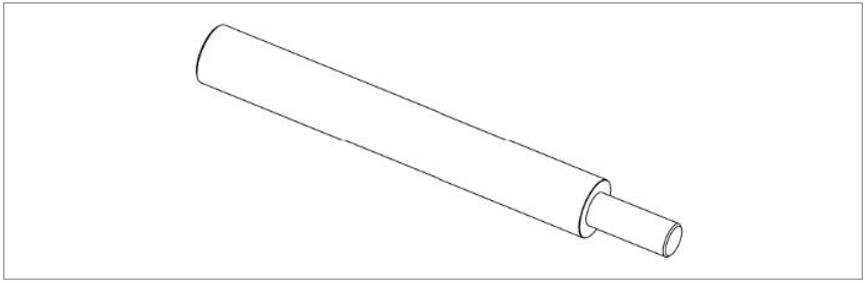


FIGURA 14: TLS-208 Herramienta de ajuste Rawl, 1/4"

APÉNDICE B. INFORMES DE CALIBRACIÓN TÍPICA

GEOKON.

Calibration Report

Model Number: 6190 Calibration Date: December 20, 2023

Serial Number: 2330066 AAxisAngular Temperature: 22.1 °C

Calibration Instruction: CI-MEMS PCBA (IPL_TILT, Triaxial) Technician: *R. Judd*

Reference Average (Angular Degrees)	Sensor Output (Angular Degrees)	Error (Angular Degrees)
-30.0010	-30.0014	-0.0003
-20.0004	-19.9986	0.0018
-14.9999	-15.0019	-0.0020
-10.0001	-9.9986	0.0015
-4.9996	-5.0011	-0.0016
0.0002	-0.0011	-0.0014
5.0000	5.0020	0.0020
9.9998	10.0015	0.0017
15.0003	14.9989	-0.0015
20.0005	20.0000	-0.0005
30.0005	30.0007	0.0002

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.

FIGURA 15: Informe de calibración angular del eje A

Calibration ReportModel Number: 6190Calibration Date: December 20, 2023Serial Number: 2330066 AAxisTemperatureTemperature: 21.2 °CCalibration Instruction: CI-MEMS PCBA (IPI_TILT, Triaxial)Technician: *K. Bellavance*

SetPoint (Degrees Celsius)	Sensor Output (Angular Degrees)	Error (Angular Degrees/Degree Celsius)
-35	0.1596	0.0000
-20	0.1586	0.0000
-5	0.1611	-0.0001
10	0.1588	0.0000
25	0.1594	0.0000
40	0.1632	0.0003
55	0.1565	-0.0001
70	0.1605	0.0000

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.

FIGURA 16: Informe de calibración de temperatura del eje A

Calibration Report

Model Number: 6190 Calibration Date: December 20, 2023
Serial Number: 2330066 BAxisAngular Temperature: 22.0 °C
Calibration Instruction: CI-MEMS PCBA (IPI_TILT, Triaxial) Technician: *R. Judd*

Reference Average (Angular Degrees)	Sensor Output (Angular Degrees)	Error (Angular Degrees)
-30.0010	-30.0008	0.0002
-20.0004	-20.0011	-0.0007
-14.9999	-15.0001	-0.0003
-10.0001	-9.9993	0.0007
-4.9996	-4.9984	0.0012
0.0002	-0.0004	-0.0006
5.0000	4.9996	-0.0004
9.9998	9.9987	-0.0012
15.0003	15.0012	0.0009
20.0005	20.0009	0.0004
30.0005	30.0003	-0.0002

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.

FIGURA 17: Informe de calibración angular del eje B

Calibration Report

Model Number: 6190

Calibration Date: December 20, 2023

Serial Number: 2330066 BAxisTemperature

Temperature: 21.2 °C

Calibration Instruction: CI-MEMS PCBA (IPI, TILT, Triaxial)

Technician: *K. Bellavance*

SetPoint (Degrees Celsius)	Sensor Output (Angular Degrees)	Error (Angular Degrees/Degree Celsius)
-35	-0.3092	0.0000
-20	-0.3095	0.0000
-5	-0.3089	0.0000
10	-0.3089	0.0000
25	-0.3092	0.0000
40	-0.3082	0.0001
55	-0.3098	0.0000
70	-0.3091	0.0000

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.

FIGURA 18: Informe de calibración de temperatura del eje B

Calibration Report

Model Number: 6190 Calibration Date: December 20, 2023
Serial Number: 2330066 CAxisAngular Temperature: 22.0 °C
Calibration Instruction: CI-MEMS PCBA (IPI_TILT, Triaxial) Technician: *R. J. Rudd*

Reference Average (Angular Degrees)	Sensor Output (Angular Degrees)	Error (Angular Degrees)
-30.0010	-30.0008	0.0002
-20.0004	-20.0011	-0.0007
-14.9999	-15.0001	-0.0003
-10.0001	-9.9993	0.0007
-4.9996	-4.9984	0.0012
0.0002	-0.0004	-0.0006
5.0000	4.9996	-0.0004
9.9998	9.9987	-0.0012
15.0003	15.0012	0.0009
20.0005	20.0009	0.0004
30.0005	30.0003	-0.0002

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.

FIGURA 19: Informe de calibración angular del eje C

Calibration Report

Model Number: 6190

Calibration Date: December 20, 2023

Serial Number: 2330066 CAxisTemperature

Temperature: 21.2 °C

Calibration Instruction: CI-MEMS PCBA (IPI, TILT, Triaxial)

Technician: *K. Bellavance*

SetPoint (Degrees Celsius)	Sensor Output (Angular Degrees)	Error (Angular Degrees/Degree Celsius)
-35	-0.3092	0.0000
-20	-0.3095	0.0000
-5	-0.3089	0.0000
10	-0.3089	0.0000
25	-0.3092	0.0000
40	-0.3082	0.0001
55	-0.3098	0.0000
70	-0.3091	0.0000

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.

FIGURA 21: Informe de calibración de temperatura del eje C

APÉNDICE C. SISTEMA DIRECCIONABLE MODBUS

C.1 PARÁMETROS DE COMUNICACIONES DE MODBUS

Configuración de puertos	Valores requeridos
Bits por segundo	115,200
Bits de datos	8
Paridad	Ninguna
Bits de detención	1
Control de flujo	Ninguna

TABLA 8: *Parámetros de comunicaciones de Modbus*

C.2 CÓDIGOS DE ERROR

Number	Name	Cause	Remedy
2	Temperature Sensor Range	Temperatura medida fuera del rango. El termistor puede estar demasiado caliente, demasiado frío o dañado.	Utilice sensores adyacentes para validar o estimar la temperatura.
4	Temperature Sensor Verify	El sensor de temperatura secundario difiere demasiado del sensor primario de alta precisión.	Utilice sensores adyacentes para validar o estimar la temperatura.
8	System Reset	Interrupción inesperada en el ciclo de medición anterior.	Asegúrese de que el voltaje de suministro de alimentación sea suficiente.

TABLA 9: *Códigos de error*

Nota: El sensor almacena y transmite errores en código binario para compactar la información. Aunque es poco probable, es posible que ocurran dos errores en un ciclo de medición. En este caso, el código resultante sería la suma de los números de los errores, por ejemplo, un error 4 más un error 8 aparecería con el número 12.

APÉNDICE D. PROGRAMACIÓN EN CRBASIC

D.1 PROGRAMA DE MUESTRA CR1000

El siguiente programa de muestra lee una serie de sensores con tres sensores biaxiales. El cable en este ejemplo se comunica con el CR1000 a través de los puertos de control C1 y C2, los cuales están configurados como COM1. Se necesita de un convertidor RS-485 a TTL.

```
Public ErrorCode           'Error Code sent back from ModBus Command
Public A_Axis_Degrees(3)  'A Axis Degree Output
Public B_Axis_Degrees(3)  'B Axis Degree Output
Public Celsius(3)         'Temperature Celsius
Public Count               'Counter to increment through sensors

'Define Data Tables
DataTable(Test,1,-1)
  Sample (3,A_Axis_Degrees(),IEEE4)  'Store Degree Reading for A Axis
  Sample (3,B_Axis_Degrees(),IEEE4)  'Store Degree Reading for B Axis
  Sample (3,Celsius(),IEEE4)         'Store Thermistor C Reading
EndTable

'Main Program
BeginProg
  'Open COMport with TTL communications at 115200 baud rate
  SerialOpen (Com1,115200,16,0,50)
  'Read 3 sensors in MEMS String every 10 seconds
  Scan (10,Sec,0,0)
  'Loop through addresses of connected String
  For Count = 1 To 3
    'Reset temporary storage for both Degrees and Temp so not to retain
    'previous reading
    A_Axis_Degrees(Count) = 0
    B_Axis_Degrees(Count) = 0
    Celsius(Count) = 0

    'Flush Serial between readings
    SerialFlush (Com1)

    'Write to register to begin reading MEMS String
    NOTE: ModbusMaster won't send 0x118 unless "&H119" is 'entered

    ModbusMaster (ErrorCode,Com1,115200,Count,6,1,&H119,1,1,50,0)
    'Delay after write register
    Delay (1,1,Sec)

    'Use Modbus command to retrieve A Axis and B Axis Degree Readings
    ModbusMaster (ErrorCode,Com1,115200,Count,3,A_Axis_Degrees(Count),&H101,1,1,50,0)
    ModbusMaster (ErrorCode,Com1,115200,Count,3,B_Axis_Degrees(Count),&H103,1,1,50,0)

    'Use Modbus command to retrieve Thermistor Celsius from string
    ModbusMaster (ErrorCode,Com1,115200,Count,3,Celsius(Count),&H107,1,1,550,0)

    'Delay before proceeding to next reading
    Delay (1,1,Sec)
  Next
  'Call Table to store Data
  CallTable Test
  NextScan
EndProg
```

D.2 PROGRAMA DE MUESTRA CR6

El siguiente programa de muestra lee una serie de sensores con tres sensores direccionables. El cable en este ejemplo se comunica con el CR6 a través de los puertos de control C1 y C2, los cuales están configurados como ComC1. El CR6 tiene capacidad RS 485 incorporada, por lo que no necesita de un convertidor RS-485 a TTL.

```
Public ErrorCode           'Error Code sent back from ModBus Command
Public A_Axis_Degrees(3)  'A Axis Degree Output
Public B_Axis_Degrees(3)  'B Axis Degree Output
Public Celsius(3)         'Temperature Celsius
Public Count               'Counter to increment through sensors
```

```

'Define Data Tables
DataTable(Test,1,-1)
  Sample
  (3,A_Axis_Degrees(),IEEE4)      'Store Degree Reading for A Axis
  Sample
  (3,B_Axis_Degrees(),IEEE4)      'Store Degree Reading for B Axis
  Sample (3,Celsius(),IEEE4)      'Store Thermistor C Reading
EndTable

'Main Program
BeginProg
  'Open COMport with RS-485 communications at 115200 baud rate
  SerialOpen (ComC1,115200,16,0,50,3)
  'Read 3 sensors in MEMS String every 10 seconds
  Scan (10,Sec,0,0)
  'Loop through addresses of connected String
  For Count = 1 To 3
    'Reset temporary storage for both Degrees and Temp so not to retain
    'previous reading
    A_Axis_Degrees(Count) = 0
    B_Axis_Degrees(Count) = 0
    Celsius(Count) = 0

    'Flush Serial between readings
    SerialFlush (ComC1)

    'Write to register 0x118 to trigger string
    'NOTE: ModbusMaster won't send 0x118 unless "&H119" is entered
    ModbusMaster (ErrorCode,ComC1,115200,Count,6,1,&H119,1,1,10,0)
    'Delay after write register
    Delay (1,1,Sec)

    'Use Modbus command to retrieve A Axis and B Axis Degree Readings
    ModbusMaster (ErrorCode,ComC1,115200,Count,3,A_Axis_Degrees(Count),&H101,1,1,10,0)
    ModbusMaster (ErrorCode,ComC1,115200,Count,3,B_Axis_Degrees(Count),&H103,1,1,10,0)

    'Use Modbus command to retrieve Thermistor Celsius from string
    ModbusMaster (ErrorCode,ComC1,115200,Count,3,Celsius(Count),&H107,1,1,10,0)

    'Delay before proceeding to next reading
    Delay (1,1,Sec)
  Next
  'Call Table to store Data
  CallTable Test
NextScan
EndProg

```

APÉNDICE E. ORIENTACIÓN DEL SENSOR DE INCLINACIÓN

MONTAJE EN PARED: FLECHA APUNTANDO HACIA ARRIBA



CONFIGURACIÓN DEL SENSOR

- Montado en el **PARED**, instalación **VERTICAL**
- **REGISTRADOR DE DATOS** colocado **ARRIBA**, respecto al sensor

ORIENTACIÓN DEL SENSOR

- La **FLECHA** del sensor apunta hacia **ARRIBA**, mirando hacia el **FRENTE**

EJE PRIMARIO A

- Lecturas de **ROTACIÓN POSITIVA/NEGATIVA DEL EJE A:**

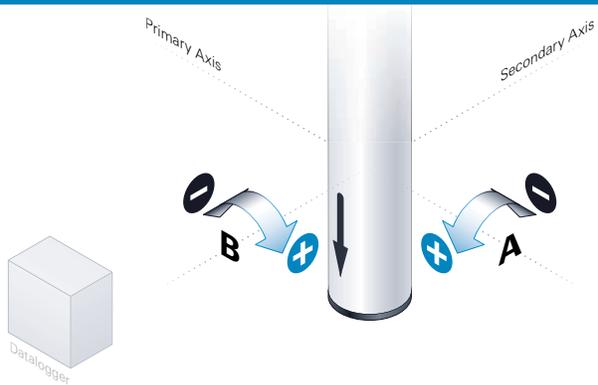
- ⊕ Hacia arriba
- ⊖ Arriba lejos

EJE SECUNDARIO B

- Lecturas de **ROTACIÓN POSITIVA/NEGATIVA DEL EJE B:**

- ⊕ En sentido contrario a las agujas del reloj
- ⊖ En sentido de las agujas del reloj

MONTAJE EN PARED: FLECHA APUNTANDO HACIA ABAJO



CONFIGURACIÓN DEL SENSOR

- Montado en el **PARED**, instalación **VERTICAL**
- **REGISTRADOR DE DATOS** colocado **DEBAJO**, respecto al sensor

ORIENTACIÓN DEL SENSOR

- La **FLECHA** del sensor apunta hacia **ABAJO**, mirando hacia el **FRENTE**

EJE PRIMARIO A

- Lecturas de **ROTACIÓN POSITIVA/NEGATIVA DEL EJE A:**

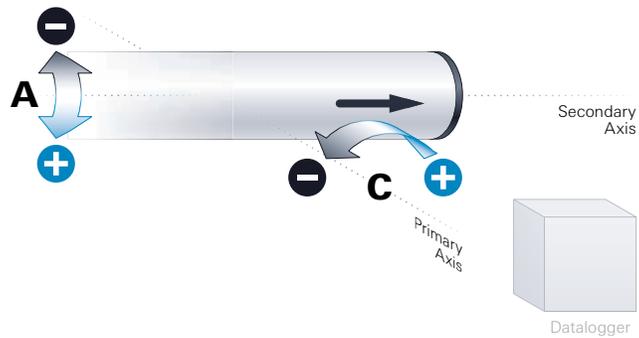
- ⊕ Hacia arriba
- ⊖ Arriba lejos

EJE SECUNDARIO B

- Lecturas de **ROTACIÓN POSITIVA/NEGATIVA DEL EJE B:**

- ⊕ En sentido de las agujas del reloj
- ⊖ En sentido contrario a las agujas del reloj

MONTAJE EN PARED: FLECHA APUNTANDO HACIA LA DERECHA



CONFIGURACIÓN DEL SENSOR

- Montado en el **PARED**, instalación **HORIZONTAL**
- **REGISTRADOR DE DATOS** colocado a la **DERECHA**, respecto al sensor

ORIENTACIÓN DEL SENSOR

- La **FLECHA** del sensor apunta hacia la **DERECHA**, mirando hacia el **FRENTE**

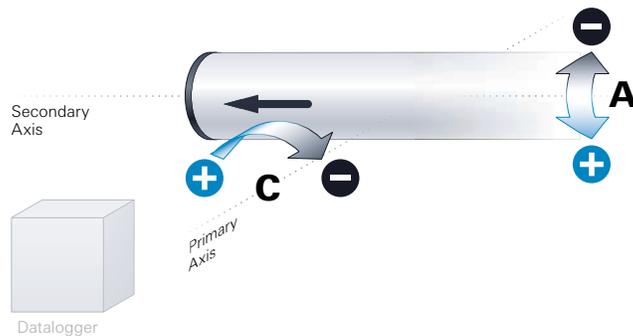
EJE PRIMARIO C

- Lecturas de **ROTACIÓN POSITIVA/NEGATIVA DEL EJE C:**
 - ⊕ En sentido de las agujas del reloj
 - ⊖ En sentido contrario a las agujas del reloj

EJE SECUNDARIO A

- Lecturas de **ROTACIÓN POSITIVA/NEGATIVA DEL EJE A:**
 - ⊕ Hacia arriba
 - ⊖ Arriba lejos

MONTAJE EN PARED: FLECHA APUNTANDO HACIA LA IZQUIERDA



CONFIGURACIÓN DEL SENSOR

- Montado en el **PARED**, instalación **HORIZONTAL**
- **REGISTRADOR DE DATOS** colocado a la **IZQUIERDA**, respecto al sensor

ORIENTACIÓN DEL SENSOR

- La **FLECHA** del sensor apunta hacia la **IZQUIERDA**, mirando hacia el **FRENTE**

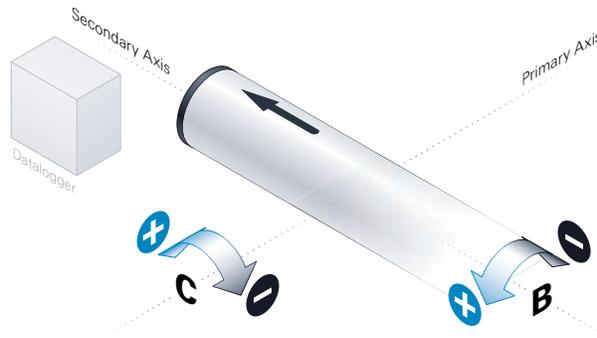
EJE PRIMARIO C

- Lecturas de **ROTACIÓN POSITIVA/NEGATIVA DEL EJE C:**
 - ⊕ En sentido contrario a las agujas del reloj
 - ⊖ En sentido de las agujas del reloj

EJE SECUNDARIO A

- Lecturas de **ROTACIÓN POSITIVA/NEGATIVA DEL EJE A:**
 - ⊕ Hacia arriba
 - ⊖ Arriba lejos

MONTAJE EN EL PISO: FLECHA APUNTANDO HACIA LA IZQUIERDA



CONFIGURACIÓN DEL SENSOR

- Montado en el **PISO**, instalación **HORIZONTAL**
- **REGISTRADOR DE DATOS** colocado a la **IZQUIERDA**, respecto al sensor

ORIENTACIÓN DEL SENSOR

- La **FLECHA** del sensor apunta hacia la **IZQUIERDA**, hacia **ARRIBA**

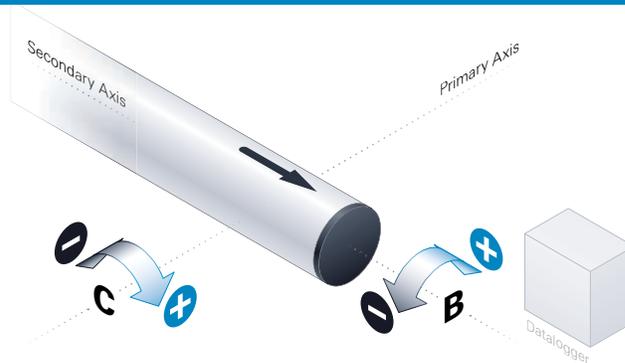
EJE PRIMARIO C

- Lecturas de **ROTACIÓN POSITIVA/NEGATIVA DEL EJE C:**
 - ⊕ En sentido contrario a las agujas del reloj
 - ⊖ En sentido de las agujas del reloj

EJE SECUNDARIO B

- Lecturas de **ROTACIÓN POSITIVA/NEGATIVA DEL EJE B:**
 - ⊕ Hacia arriba
 - ⊖ Arriba lejos

MONTAJE EN EL PISO: FLECHA APUNTANDO HACIA LA DERECHA



CONFIGURACIÓN DEL SENSOR

- Montado en el **PISO**, instalación **HORIZONTAL**
- **REGISTRADOR DE DATOS** colocado a la **DERECHA**, respecto al sensor

ORIENTACIÓN DEL SENSOR

- La **FLECHA** del sensor apunta hacia la **DERECHA**, hacia **ARRIBA**

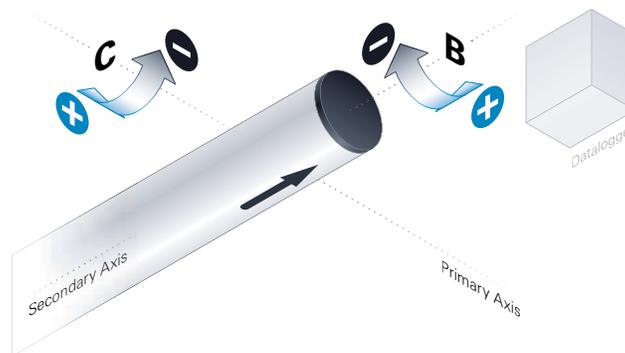
EJE PRIMARIO C

- Lecturas de **ROTACIÓN POSITIVA/NEGATIVA DEL EJE C:**
 - ⊕ En sentido de las agujas del reloj
 - ⊖ En sentido contrario a las agujas del reloj

EJE SECUNDARIO B

- Lecturas de **ROTACIÓN POSITIVA/NEGATIVA DEL EJE B:**
 - ⊕ Arriba lejos
 - ⊖ Hacia arriba

MONTAJE EN EL TECHO: FLECHA APUNTANDO HACIA LA DERECHA



CONFIGURACIÓN DEL SENSOR

- Montado en el **TECHO**, instalación **HORIZONTAL**
- **REGISTRADOR DE DATOS** colocado a la **DERECHA**, respecto al sensor

ORIENTACIÓN DEL SENSOR

- La **FLECHA** del sensor apunta hacia la **DERECHA**, hacia **ABAJO**

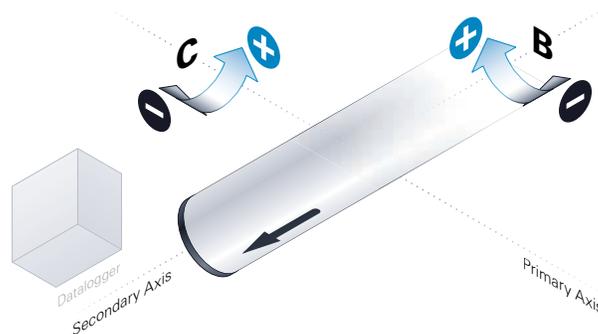
EJE PRIMARIO C

- Lecturas de **ROTACIÓN POSITIVA/NEGATIVA DEL EJE C:**
 - + En sentido de las agujas del reloj
 - En sentido contrario a las agujas del reloj

EJE SECUNDARIO B

- Lecturas de **ROTACIÓN POSITIVA/NEGATIVA DEL EJE B:**
 - + Hacia arriba
 - Arriba lejos

MONTAJE EN EL TECHO: FLECHA APUNTANDO HACIA LA IZQUIERDA



CONFIGURACIÓN DEL SENSOR

- Montado en el **TECHO**, instalación **HORIZONTAL**
- **REGISTRADOR DE DATOS** colocado a la **IZQUIERDA**, respecto al sensor

ORIENTACIÓN DEL SENSOR

- La **FLECHA** del sensor apunta hacia la **IZQUIERDA**, hacia **ABAJO**

EJE PRIMARIO C

- Lecturas de **ROTACIÓN POSITIVA/NEGATIVA DEL EJE C:**
 - + En sentido contrario a las agujas del reloj
 - En sentido de las agujas del reloj

EJE SECUNDARIO B

- Lecturas de **ROTACIÓN POSITIVA/NEGATIVA DEL EJE B:**
 - + Arriba lejos
 - Hacia arriba

GEOKON®

GEOKON
48 Spencer Street
Lebanon, New Hampshire
03766, USA

Teléfono: +1 (603) 448-1562
Email: info@geokon.com
Sitio web: www.geokon.com

GEOKON
es una compañía
ISO 9001:2015 registrada