

NUEVO CON 6 DOF



INCLINÓMETROS

Para aplicaciones estáticas y dinámicas

Kübler – Inclínómetros

Preciso y fiable, incluso en condiciones extremas.

La solución óptima para cada aplicación: tanto para mediciones estáticas como dinámicas, Kübler ofrece la tecnología de sensores adecuada para mediciones de inclinación en 1 y 2 ejes, así como para mediciones de velocidad angular y aceleración en los tres ejes. En comparación con otros sistemas de medición, los inclinómetros ofrecen mayor flexibilidad y libertad en el diseño del sistema, ya que no requieren conexión mecánica, por ejemplo, a un eje o eje de rotación. Esto simplifica la instalación y reduce significativamente las posibles fuentes de error. Una amplia gama de interfaces analógicas y digitales, configurables opcionalmente mediante IO-Link, permite una fácil integración en los sistemas IIoT modernos.



Inclinómetros de 6 grados de libertad

Un aspecto especialmente destacable son los inclinómetros para determinar los valores de aceleración y velocidad de rotación en las 3 dimensiones (6 grados de libertad), con la capacidad de determinar la orientación exacta de los objetos en el espacio.





Más información
sobre inclinómetros



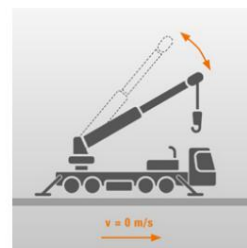
Inclinómetros para aplicaciones estáticas / Medición de 1 y 2 ejes

Los inclinómetros estáticos miden la inclinación de un objeto alrededor de uno o dos ejes con respecto a la gravedad cuando el objeto no se mueve o se mueve solo ligeramente.

La medición se realiza de forma capacitiva en células de medición de aceleración.

Las vibraciones y los golpes pueden compensarse dentro de ciertos límites mediante filtros de software, pero esto puede provocar un retraso en el resultado de la medición.

Estos sensores son ideales para aplicaciones fijas, como la alineación de plataformas elevadoras de tijera, paneles solares o grúas.

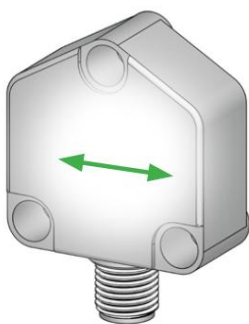


Principio de medición

Medición de aceleración en 1 eje

El sensor está montado verticalmente con respecto a la superficie terrestre.

Cuando el sensor gira, una célula de medición de aceleración integrada detecta la aceleración que actúa sobre una masa de prueba debido a la gravedad. Esto está directamente relacionado con el ángulo de inclinación del sensor.



Resultado de la medición

Posición angular de 1 eje 0 ... 360°

El resultado es una posición angular absoluta con respecto a la horizontal.

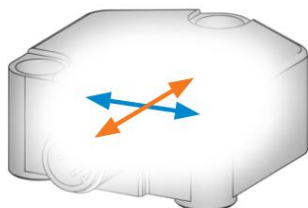
Cada cambio de posición se registra con precisión, independientemente de referencias o movimientos externos.



Medición de aceleración en 2 ejes

El sensor está montado horizontalmente sobre la superficie terrestre.

Cuando el sensor gira, se registran dos valores de aceleración, que están directamente relacionados con los ángulos de inclinación del sensor en ambas direcciones axiales.



Posición angular de 2 ejes $\pm 85^\circ$

El resultado son dos posiciones angulares absolutas relativas a la horizontal.

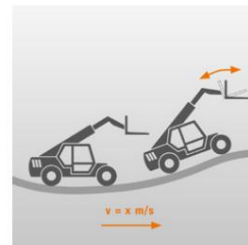
Cada cambio de posición se detecta con precisión, independientemente de referencias o movimientos externos.



Inclinómetros para aplicaciones dinámicas / Medición de 1 y 2 ejes

Los inclinómetros dinámicos miden la inclinación de un objeto alrededor de uno o dos ejes con respecto a la gravedad, incluso durante el movimiento. Al igual que con los inclinómetros estáticos, la inclinación se determina mediante células de medición de aceleración. Además, se utilizan datos de medición de células de medición de velocidad de rotación (giroscopios) para compensar las interferencias externas. La fusión inteligente de sensores de la información de aceleración y velocidad de rotación da como resultado

Ofrece resultados de medición especialmente rápidos y precisos, incluso en aplicaciones dinámicas. Sus áreas de aplicación típicas son las excavadoras, los vehículos agrícolas y las grúas móviles.

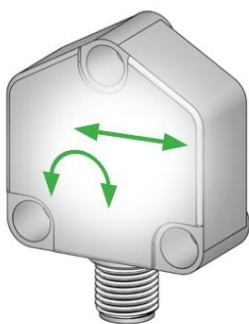


Principio de medición

Medición de la aceleración y la velocidad de rotación en un eje

El sensor está montado verticalmente con respecto a la superficie terrestre.

Cuando el sensor gira, una célula de medición de aceleración integrada detecta la aceleración que actúa sobre una masa de prueba debido a la gravedad. Esto está directamente relacionado con el ángulo de inclinación del sensor. Al mismo tiempo, la rotación relativa del movimiento se determina mediante una célula de medición de velocidad de rotación (giroscopio).



Resultado de la medición

Posición angular de 1 eje 0 ... 360°

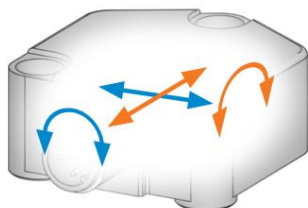
La combinación inteligente de ambos valores medidos (fusión de sensores) da como resultado una posición angular absoluta con respecto a la horizontal, incluso bajo influencias perturbadoras o durante el movimiento.



Medición de la aceleración y la velocidad de rotación en 2 ejes

El sensor está montado horizontalmente sobre la superficie terrestre.

Cuando el sensor gira, se registran dos valores de aceleración, cada uno directamente relacionado con los ángulos de inclinación de los dos ejes. Al mismo tiempo, dos celdas de medición de velocidad de rotación registran los movimientos de rotación relativos en las direcciones correspondientes.



Posición angular de 2 ejes $\pm 85^\circ$

La combinación inteligente de mediciones de aceleración y velocidad de rotación (fusión de sensores) proporciona una posición angular absoluta con respecto a la horizontal para cada eje, incluso bajo influencias disruptivas o durante movimientos dinámicos.

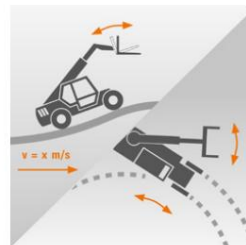


Inclinómetros para aplicaciones dinámicas / Medición en 3 ejes / 6 grados de libertad

En los inclinómetros dinámicos para mediciones de 3 ejes, se recopilan datos de tres celdas de medición de aceleración y tres celdas de medición de velocidad de rotación.

los ejes x, y y z respectivamente (6 grados de libertad, 6 DoF).

Esto permite determinar la orientación espacial exacta de un objeto, incluso en condiciones dinámicas. Además de los valores angulares calculados, los seis conjuntos de datos brutos pueden exportarse individualmente y procesarse posteriormente. En el contexto del monitoreo de condiciones, los datos de las celdas de medición de aceleración, en particular, permiten extraer conclusiones sobre vibraciones o influencias mecánicas indeseables.

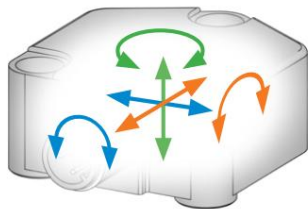


Principio de medición

Medición de la aceleración y la velocidad de rotación en 3 ejes,

6 grados de libertad

La medición se basa en tres células de medición de aceleración y tres células de medición de velocidad de rotación (giroscopios), cada una de las cuales registra los movimientos y las aceleraciones en las tres direcciones espaciales.



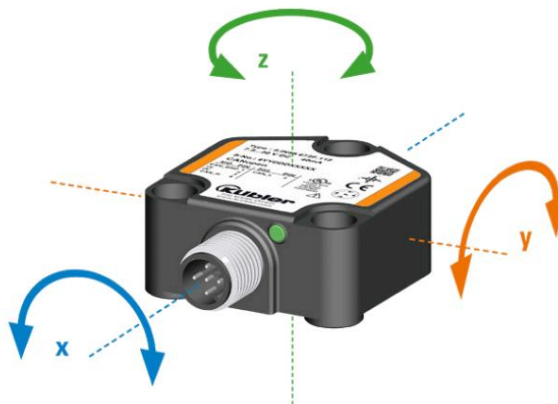
Resultado de la medición

Posición angular de 2 ejes $\pm 90^\circ$ / $\pm 180^\circ$

3 mediciones de aceleración y 3 de velocidad de rotación

Los resultados son los ángulos absolutos de inclinación del sensor alrededor de los ejes x e y (perpendiculares a la aceleración gravitatoria) y el ángulo relativo de rotación alrededor del eje z (paralelo a la aceleración gravitatoria).

Paralelamente a los valores angulares calculados, los seis datos de medición pueden obtenerse individualmente y evaluarse para diversos fines de análisis, por ejemplo, en el control de estado.



Cartera de productos – Clases de rendimiento

Inclinómetros LÍNEA BASE



Tecnología de 6 grados de libertad de alto rendimiento



Máxima compacidad



Solución rentable

- Ideal para aplicaciones con espacio de instalación limitado
- Adaptación flexible a diferentes aplicaciones gracias a rangos de medición y funciones de filtrado seleccionables y ajustables opcionalmente
- Diversas interfaces analógicas y digitales
- Nivel de protección IP68/IP69k para uso en entornos exigentes
- Precisión de hasta $\pm 0,15^\circ$
- Dimensiones: 44,5 x 42,5 x 20 mm

Inclinómetros LÍNEA INDUSTRIAL



Alta flexibilidad en términos de interfaces/salida de datos



Amplia gama de opciones de parametrización



Variante con salidas conmutables

- Opciones de ajuste individual para sensores con interfaz analógica y salidas de conmutación mediante comunicación IO-Link
- Pantalla LED para el estado de funcionamiento y la comunicación FDT/IODD, así como función de nivel de burbuja integrada.
- Diversas interfaces analógicas y digitales
- Nivel de protección IP68/IP69k para uso en entornos exigentes
- Precisión de hasta $\pm 0,1^\circ$
- Dimensiones: 71,6 x 62,6 x 20 mm

Inclinómetros PERFORMANCE-LINE



Diseño robusto en carcasa metálica



Máxima precisión



Opcional con salidas de conmutación adicionales

- La robusta carcasa metálica protege de forma fiable los componentes electrónicos de las inclemencias mecánicas extremas.
- Integración óptima en redes de bus gracias a la opción de conector M12 doble
- Opción de medición redundante mediante sensores apilables
- Diversas interfaces analógicas y digitales
- Precisión de hasta $\pm 0,1^\circ$
- Dimensiones: 80 x 60 x 23 mm



Para aplicaciones estáticas,
medición de 1 y 2 ejes.

IN41, IN48

Para aplicaciones dinámicas,
medición de 1 y 2 ejes.

IN51, IN58

Para aplicaciones dinámicas,
medición de 3 ejes.

IN58.6DOF

(Solo para CANopen y SAE J1939)



Para aplicaciones estáticas,
medición de 1 y 2 ejes.

IN61, IN62, IN68

Para aplicaciones dinámicas,
medición de 1 y 2 ejes.

IN71, IN72, IN78



Para aplicaciones estáticas,
medición de 1 y 2 ejes.

IN81, IN88



Nuestro conocimiento directamente en su aplicación: soluciones integrables.

A veces, lo pequeño no es suficiente. En ciertas aplicaciones, la tecnología de sensores requerida no se puede integrar como un componente separado.

En estos casos, la tecnología del sensor se puede integrar directamente sin su propia carcasa, ya sea como una placa de circuito independiente o como un componente integrado en el controlador de la aplicación.



Ahorra muchísimo espacio



Reducción del esfuerzo de instalación



Reducción de los costes totales

Contáctanos: desarrollaremos la solución adecuada para tu aplicación.



Adaptaciones personalizadas de sensores existentes

No todas las aplicaciones pueden cubrirse con soluciones estándar. Nuestros diseños específicos permiten una adaptación individualizada de la tecnología del sensor, desde la forma y las dimensiones de la carcasa hasta las interfaces, las variantes de montaje y los requisitos funcionales especiales. Esto da como resultado soluciones a medida que se integran perfectamente en su aplicación y ofrecen la máxima precisión, fiabilidad y eficiencia.



Una integración aún mejor en la aplicación.



Solución plug & play totalmente configurada



Reducción de los costes totales

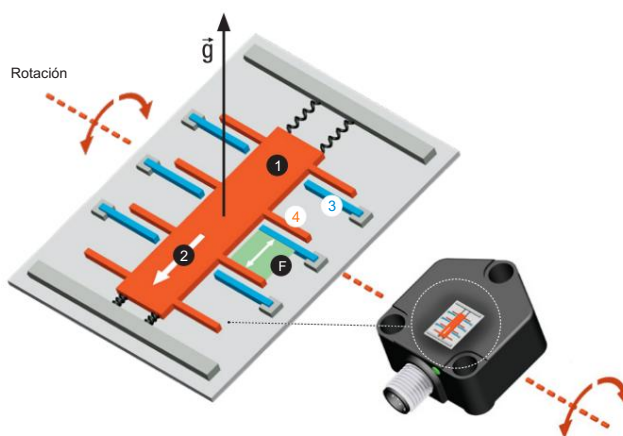
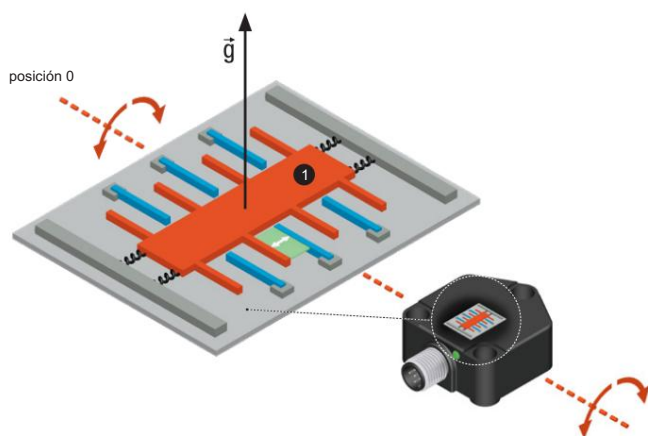
Principios de funcionamiento de los inclinómetros estáticos/dinámicos

Posicionamiento angular preciso mediante medición de aceleración en inclinómetros estáticos.

Medición de la aceleración

En la celda de medición de aceleración, la posición angular absoluta se determina capacitivamente en relación con la aceleración de la gravedad $\vec{g}$.

El desplazamiento de la masa de prueba $\bullet$ modifica la distancia y, por lo tanto, también la capacitancia entre los electrodos fijo $\bullet$ y móvil $\bullet$ en la celda de medición. Esta capacitancia medida está directamente relacionada con la inclinación del sensor.



Fusión inteligente de sensores para la medición de la aceleración y la velocidad de rotación en aplicaciones dinámicas.

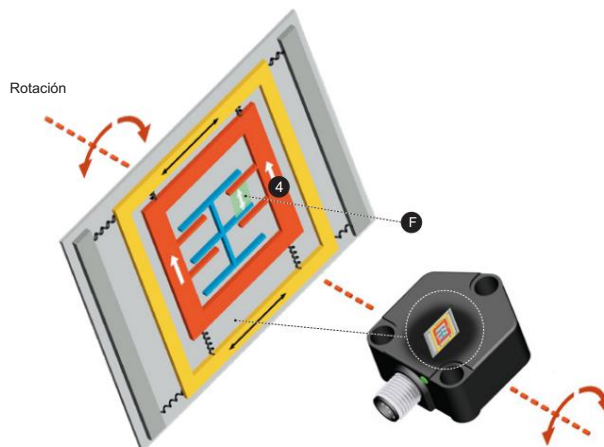
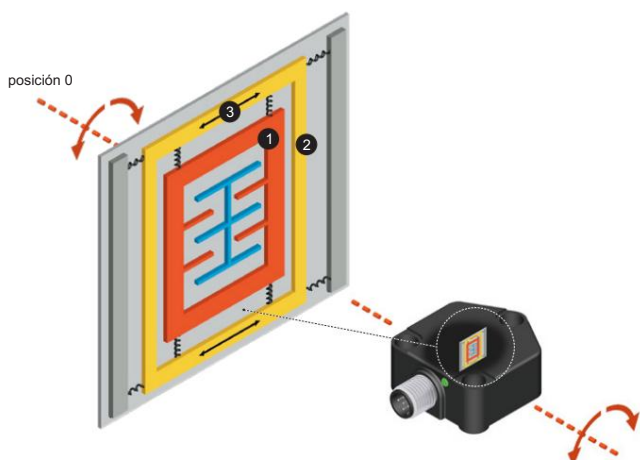
Además de la célula de medición de aceleración, los inclinómetros para aplicaciones dinámicas utilizan una célula de medición de velocidad de rotación. Esto permite obtener resultados aún más rápidos y precisos.



Medición de la velocidad de rotación

En la celda de medición de velocidad de rotación (giroscopio), se evalúa la fuerza de Coriolis resultante de una rotación para determinar el ángulo de rotación en relación con la posición inicial. Una disposición del marco $\bullet$ y la masa de prueba $\bullet$ se encuentra en un movimiento lateral permanente (oscilante). Si este sistema se pone en rotación, se genera una fuerza (fuerza de Coriolis) $\bullet$ que provoca un desplazamiento de la masa de prueba.

Este desplazamiento también está determinado por la variación de la capacitancia entre los electrodos fijos y móviles, y se relaciona directamente con la velocidad de rotación. El ángulo de rotación se determina a partir de la velocidad y la duración de la rotación.



Optimización de la medición en la celda de medición de aceleración mediante funciones de filtro.

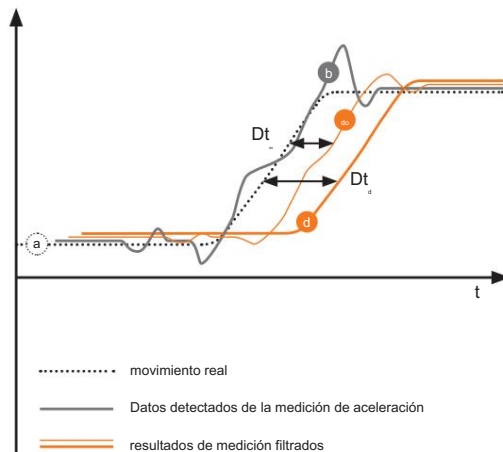
Optimización de la medición mediante funciones de filtro La inercia de la masa de prueba, particularmente en el caso de rotaciones y vibraciones rápidas o que cambian rápidamente, puede generar imprecisiones en los datos de medición detectados en comparación con el movimiento real. Para compensar estos efectos indeseables, se pueden parametrizar varios filtros en el inclinómetro.

Restricciones debidas a filtros Sin

embargo, esto conlleva un retardo de tiempo ($D_t + D_{t_f}$) para la salida del resultado de la medición (cuanto más precisa sea la medición deseada, mayor será el retardo).

Optimización adicional mediante inclinómetros dinámicos.

Este retardo no es relevante para muchas aplicaciones estáticas (como paneles solares, mástiles de grúas, etc.). Sin embargo, en aplicaciones dinámicas (por ejemplo, vehículos en movimiento), puede generar problemas, ya que la reacción al movimiento solo se produce con cierto retraso. En este caso, recomendamos utilizar un sensor de inclinación dinámico con fusión inteligente de sensores de Kübler para optimizar aún más el resultado de la medición.



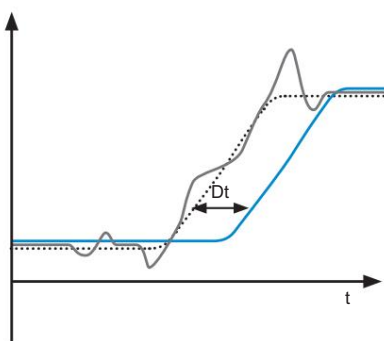
Comparación entre inclinómetro estático (solo acelerómetro) e inclinómetro dinámico (fusión de sensores).

Medición rápida

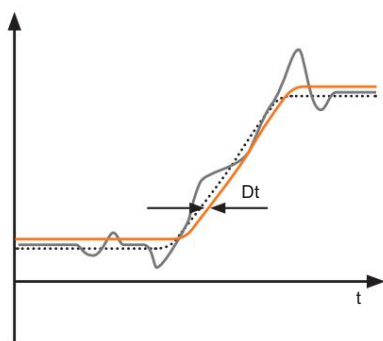
Inexactitudes debidas a la inercia de la prueba

La masa se puede compensar en la medición de la aceleración mediante filtros. Sin embargo, existe un retardo temporal Δt en la salida del resultado de la medición. Este retardo se minimiza con la fusión de sensores.

Célula de medición de aceleración (estática)



Fusión de sensores (dinámica)



Medición precisa

La fusión de sensores conduce a una mayor precisión.

Resultados de la medición al cambiar de dirección rápidamente.

..... movimiento real
 — Datos detectados de la medición de aceleración
 — Resultados de medición filtrados de la aceleración
 — Resultado de la fusión de sensores de medición de aceleración y velocidad de rotación

