

SISTEMAS DE MEDICIÓN Y CALIBRACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LAS MÁQUINAS

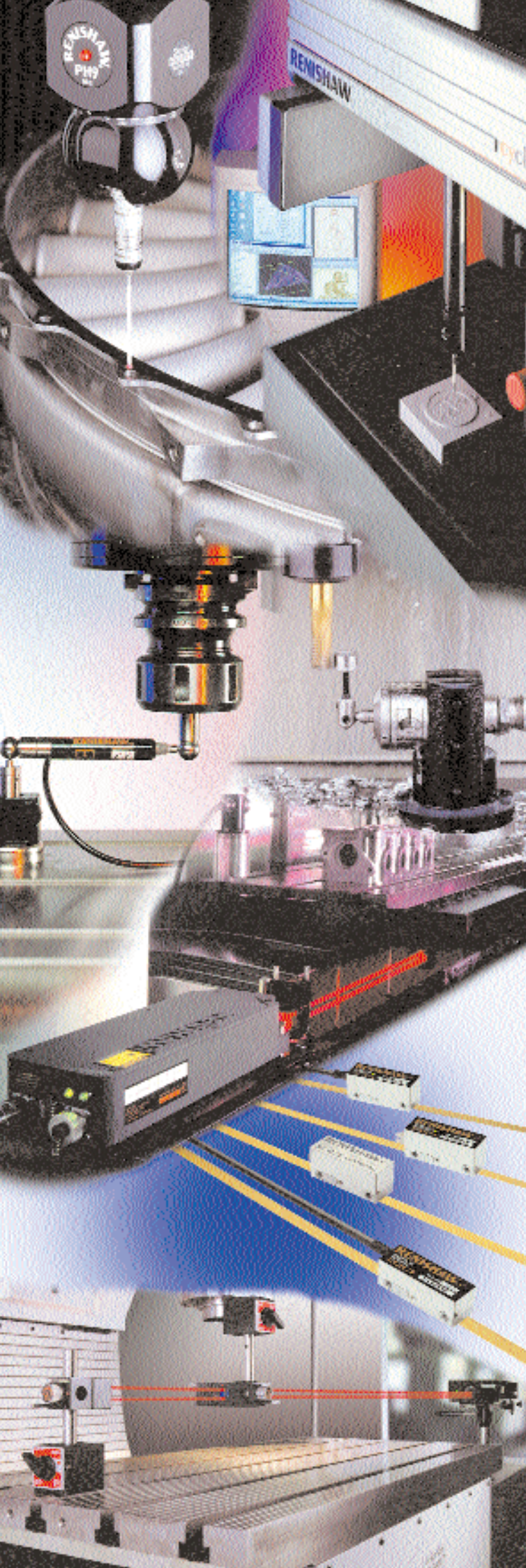


Elegidos por profesionales de todo el mundo por su:

- Precisión trazable
- Flexibilidad y facilidad de uso
- Portabilidad
- Servicio y soporte técnico internacionales

Para ayudarle a usted a elegir bien, RENISHAW le invita a descubrir:

- el sistema de medición por láser ML10/EC10
- el calibrador de ejes rotativos RX10
- el sistema QC10 ballbar
- la galga de comprobación de máquinas MCG



LA METROLOGÍA ES NUESTRO NEGOCIO

Soluciones reales de metrología

Con más de 25 años de experiencia en el campo de la metrología de la ingeniería, Renishaw tiene una reputación internacional en el campo de la producción de sistemas de medición de alta calidad. Desde la sonda de contacto hasta el complejo microscopio, Renishaw aporta soluciones reales a problemas reales.

Respondiendo a los retos de la industria moderna

Las exigencias de la industria moderna de ajustarse a tolerancias cada vez más reducidas, y los requisitos de las normas de calidad internacionales, hacen que el rendimiento de la maquinaria de fabricación sea más importante que nunca. Para responder a esta demanda, Renishaw produce sistemas de medición que evalúan, monitorizan y mejoran el rendimiento de las máquinas. Estos sistemas combinan las mejores tecnologías mecánicas, electrónicas y ópticas y están diseñados para facilitar su uso, su flexibilidad y su portabilidad.

Ahora pueden utilizarse directamente en el taller sistemas antes reservados para laboratorios de ensayo y de normalización.

El 'estándar' de la industria

Los sistemas de medición de Renishaw son aceptados en todo el mundo como el estándar de la industria para los ensayos de rendimiento de máquinas.



RENISHAW®

El líder mundial en sistemas de medición por láser

El sistema de medición por láser ML10 representa lo último en instrumentos de diagnóstico para máquinas-herramienta y máquinas de medición de coordenadas (MMC). Su precisión de 1,1 ppm proporciona una trazabilidad internacional que los demás sistemas simplemente no alcanzan.

Cuando usted compra un sistema de láser de Renishaw, está comprando el sistema más preciso disponible. También está participando en una red mundial de soporte que entiende la metrología de las máquinas, el mantenimiento de las mismas y los retos de conservar la precisión en un entorno de producción.

Conozca la salud de su máquina - en 15 minutos

La calibración de las máquinas a veces requiere mucho tiempo. Para evitar esto, el QC10 ballbar de Renishaw, con su exclusivo software de diagnóstico, permite realizar una "comprobación rápida" del rendimiento de una máquina. Cuando se utiliza con un calibrador Zerodur®, el sistema proporciona una precisión de medición trazable de $\pm 0,0015\text{mm}$ (0,00006 pulgadas).

La galga MCG proporciona una forma ideal de medir rápidamente cualquier cambio en el rendimiento volumétrico de las MMC. Su facilidad de uso y la flexibilidad de configuración hacen que sea adecuada para una amplia gama de MMC.

CONTROLAR EL RENDIMIENTO
DE LAS MÁQUINAS

SOFTWARE DE MEDICIÓN

SISTEMA DE MEDICIÓN POR LÁSER

SISTEMA QC10 BALLBAR

GALGA DE COMPROBACIÓN DE
MÁQUINAS

SERVICIO Y SOPORTE



Para información útil o ideas sobre aplicaciones de los sistemas, busque estos recuadros en el folleto.

CONTROLAR EL RENDIMIENTO DE LAS MÁQUINAS

Presentando los sistemas

EL SISTEMA DE MEDICIÓN POR LÁSER ML10

Utilizado para la evaluación de precisión global de las máquinas-herramienta, MMC y otros sistemas de posicionamiento, el sistema de medición por láser ML10 es con mucho la mejor herramienta para el trabajo.

LOS HECHOS HABLAN POR SÍ MISMOS....

- **El sistema más preciso de su clase** - se mantiene una precisión de 1,1 ppm en todo su rango de operación de 0 - 40°C (32-104°F), un nivel de rendimiento no igualado por NINGÚN OTRO sistema de la competencia.
- **Alineaciones rápidas y seguras con un láser montado en trípode** - todas las alineaciones pueden realizarse de manera cómoda y segura fuera de la máquina sin necesidad de limitar el recorrido del eje o sufrir los efectos del arrastre de cables sobre la medición.
- **Portabilidad** - lo único que hace falta para formar un sistema completo es un maletín, un trípode y un PC portátil
- **Pioneros en software de compensación de errores** - están disponibles paquetes que corrigen los errores de posicionamiento lineal de un eje para su uso conjunto con la mayoría de los controles de máquinas.
- **Preparado cuando usted lo está** - su cuidadoso diseño permite que el sistema esté listo para realizar mediciones de alta precisión 15 minutos después del encendido
- **Óptica diseñada para su uso en el taller** - todos los alojamientos de elementos ópticos están fabricados en duraluminio anodizado, proporcionando componentes ópticos ligeros y duraderos que se aclimatan térmicamente a un entorno de taller 10 veces más rápido que los alojamientos de acero.
- **Medición de largo alcance** - pueden realizarse mediciones lineales en ejes de hasta 80 metros (3200 pulgadas) de largo, con la opción de medir SIMULTÁNEAMENTE los ejes paralelos de máquinas de doble transmisión.
- **Calibración de ejes rotativos** - la combinación del láser ML10 con el indexador rotativo RX10 proporciona el único método TOTALMENTE AUTOMÁTICO de calibración de ejes rotativos en MMC y máquinas-herramienta.
- **Interferometría trazable** - todas las mediciones por láser Renishaw, incluyendo rectilinealidad y angularidad, son interferométricas, y por tanto trazables a la longitud de onda estándar internacional de la luz láser.



Calibración del eje lineal de una máquina-herramienta usando el sistema de medición por láser

El líder mundial en sistemas de medición por láser



Calibración espacial-diagonal de una MMC usando el sistema de medición por láser.

Cumplimiento de normas internacionales: debido a la constante evolución de la industria manufacturera, es importante que los datos sean capturados y evaluados conforme a los estándares más recientes. Renishaw comprende esta necesidad y da soporte continuo a sus sistemas y usuarios con las versiones más recientes.

Servicio y soporte técnico internacional: la presencia en todo el mundo de Renishaw asegura que los usuarios nunca estén solos. Si usted necesita asesoramiento o algo especial, cuente con la experiencia de Renishaw.

EL SISTEMA QC10 BALLBAR

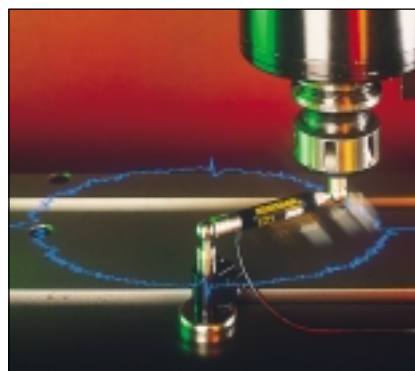
El sistema QC10 ballbar es un estándar reconocido para la comprobación rápida del rendimiento de máquinas-herramienta CNC de forma regular.

El sistema es fácil de montar, sencillo de usar y es una herramienta esencial para cualquier taller de maquinaria.

- **Ayuda a recortar gastos** - el uso regular del QC10 ballbar da como resultado menos mantenimiento, menos tiempo muerto de las máquinas y menos material desperdiciado.
- **Comprobaciones muy rápidas** - Se necesitan tan sólo 15 minutos para evaluar el rendimiento de su máquina.
- **Fácil de montar** - su patentado diseño de centrado hace que sea fácil y rápido de montar.
- **Sencillo de usar** - con su exclusivo software de captura y diagnóstico de datos.
- **Prevea el mantenimiento** - con el uso regular, quedará claro cuáles de sus máquinas necesitan atención y cuando.
- **Comprenda los cambios de rendimiento de las máquinas** - el exclusivo software de diagnóstico convierte los datos capturados en una lista de formas de mejorar el rendimiento de las máquinas, ordenada por prioridades.
- **Cumplimiento de normas** - ISO, ANSI, QS y ATA.

LA GALGA DE COMPROBACIÓN DE MÁQUINAS (MCG)

- **Exclusivamente para las MMC** - para medir la repetibilidad y el rendimiento volumétrico
- **Cumplimiento de Normas** - este método de medición cumple BS EN ISO 10360-2
- **Configuración flexible** - suministrada con una gama de extensiones, la galga MCG puede ser adaptada para comprobar MMC de cualquier tamaño.
- **Identifique los cambios de rendimiento de las máquinas** - si las cifras volumétricas cambian, entonces también lo está haciendo la máquina.



***Comprobaciones
rápidas y potentes***



CONTROLE EL RENDIMIENTO DE LAS MÁQUINAS

Por qué debe usted medir el rendimiento de sus máquinas

COMO FABRICANTE DE MÁQUINAS, USTED PUEDE...

MEJORAR EL RENDIMIENTO DE SU MÁQUINA

La medición rápida y precisa del rendimiento de la máquina le permite aislar rápidamente problemas mecánicos o eléctricos y luego solucionarlos, bien por reparación, bien optimizando los mapas de error de la máquina.

MEJORAR EL DISEÑO DE LAS MÁQUINAS

Un análisis detallado de las máquinas ayuda a identificar el impacto de nuevas características de diseño en las prestaciones de la mecanización.

REDUCIR LOS TIEMPOS DE FABRICACIÓN

Al registrar datos de cada máquina que usted fabrica y al monitorizar de cerca el proceso de construcción, usted consigue una buena visión de cualquier problema de ingeniería de producción. Los tiempos de prueba de aceptación de las máquinas pueden reducirse sin necesidad de largas pruebas de corte.

REALIZAR PRUEBAS DE RENDIMIENTO

Los clientes pueden estar seguros de que sus máquinas cumplen las especificaciones ya que usted les proporciona resultados trazables de calibración del rendimiento de cada máquina antes de que ésta salga de su fábrica. La gran portabilidad le permite realizar pruebas de aceptación in situ para responder a solicitudes de sus clientes.

PROPORCIONAR UN SERVICIO DE MANTENIMIENTO PROFESIONAL

Un servicio posventa de alta calidad es imprescindible. La utilización de las mismas herramientas de calibración en el domicilio del cliente es la mejor manera de restaurar la especificación de fabricación de la máquina.

COMO USUARIO DE MÁQUINAS, USTED PUEDE...

MINIMIZAR EL DESPERDICIO DE MATERIAL Y MEJORAR LA PRECISIÓN DE LAS PIEZAS MECANIZADAS

Al verificar que una máquina funcione según las especificaciones, se minimizará la posibilidad de desperdicio de material. Esto también permite trabajar con tolerancias menores, mejorando a la vez la precisión y calidad globales.

MINIMIZAR EL TIEMPO MUERTO DE LAS MÁQUINAS

Obtenga una visión detallada de cómo varía cada característica del rendimiento de una máquina con el tiempo. Prevea cuándo será necesario realizar trabajos de mantenimiento en cada máquina y establezca de antemano planes de contingencia.

GANAR CONTRATOS DE MECANIZACIÓN A SUS COMPETIDORES

Cuando los clientes necesitan tener confianza en la calidad de sus mecanizados, los gráficos de calibración y los resultados de evaluaciones regulares de rendimiento son pruebas excelentes. Éstas pueden otorgarle una valiosa ventaja competitiva sobre otros contratistas de mecanización, que a lo mejor no realizan dichas pruebas.

CUMPLIR ISO 9000

Es un requisito de la serie ISO 9000 de normas de calidad que los equipos de fabricación e inspección sean calibrados, monitorizados y controlados.

CLASIFICAR TODAS SUS MÁQUINAS SEGÚN SU RENDIMIENTO

Al calibrar todas sus máquinas, usted podrá clasificarlas según sus capacidades de mecanización relativas. Si luego asigna trabajos con tolerancias específicas a máquinas capaces de cumplir estas tolerancias, tendrá garantizado que la máquina sea la adecuada para el propósito, y que hay menos posibilidad de desperdicio de material.

ALARGAR LA VIDA DE SU MÁQUINA

Ciertos tipos de errores de máquinas pueden producir un excesivo desgaste en el sistema de transmisión y sistemas de guías de la máquina. Al identificar y eliminar estos errores en una etapa temprana, usted puede alargar la vida útil de la máquina.

VALIDAR LA CALIDAD DE UNA MÁQUINA NUEVA EN EL MOMENTO DE LA ENTREGA

El transporte y la instalación pueden tener a menudo un efecto pernicioso sobre la precisión de una máquina. Una comprobación de rendimiento de la máquina inmediatamente después de su entrega confirma que está preparada para empezar a trabajar.

CONTROLE EL RENDIMIENTO DE LAS MÁQUINAS

Cómo y cuándo calibrar y comprobar el rendimiento



CALIBRACIONES ANUALES

Las calibraciones se realizan típicamente cada año. Al usar el sistema de medición por láser ML10 para obtener una visión completa de todas las características geométricas y dinámicas de una máquina, la información obtenida señalará cualquier mantenimiento de la máquina que pueda ser necesario. No obstante, el rendimiento de una máquina puede variar de forma significativa a lo largo de un año, especialmente si ha tenido una avería o si ha sido trasladada. Por lo tanto, las calibraciones anuales deben ser complementadas idealmente por comprobaciones regulares del rendimiento de la máquina.

1. Realice una calibración completa por láser



- Realice una prueba de calibración completa por láser, midiendo todas las características geométricas, de posicionamiento y de movimiento para cada eje.

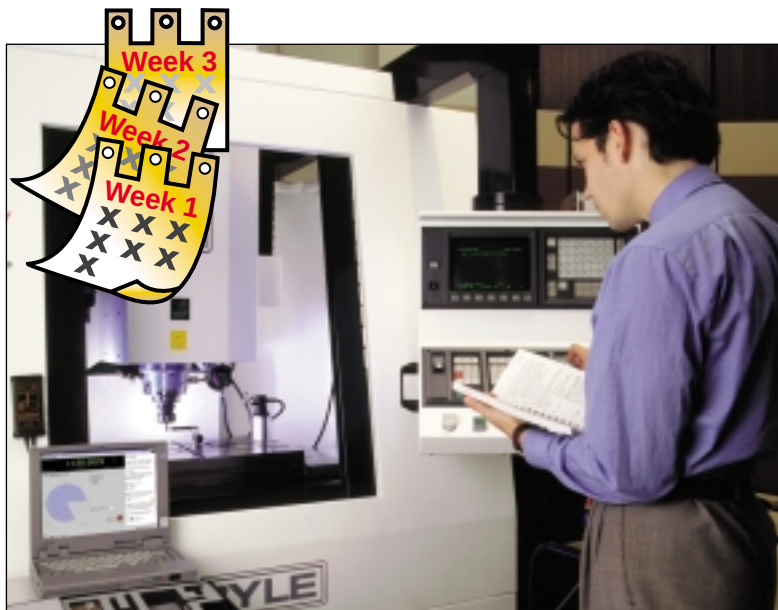
2. Realice inmediatamente una evaluación global con un ballbar



- Realice inmediatamente una evaluación global de la calibración con el QC10 ballbar para máquinas herramientas, o con la galga MCG para las MMC. Esta evaluación global queda enlazada con la calibración detallada por láser.

INTEGRANDO CALIBRACIONES ANUALES Y COMPROBACIONES REGULARES DEL RENDIMIENTO DE LAS MÁQUINAS

El láser ML10, el QC10 ballbar y la galga MCG pueden utilizarse como herramientas complementarias, explotando los puntos fuertes de cada sistema. El sistema de medición por láser ML10 proporciona la máxima precisión y trazabilidad para cada parámetro del posicionamiento y la geometría de la máquina. Después de realizar un estudio comparativo de una calibración, tanto el QC10 ballbar como la galga MCG pueden proporcionar 'instantáneas' frecuentes y regulares de las variaciones en la precisión de la máquina con el tiempo y señalar cuándo y dónde es posible que se produzcan problemas.

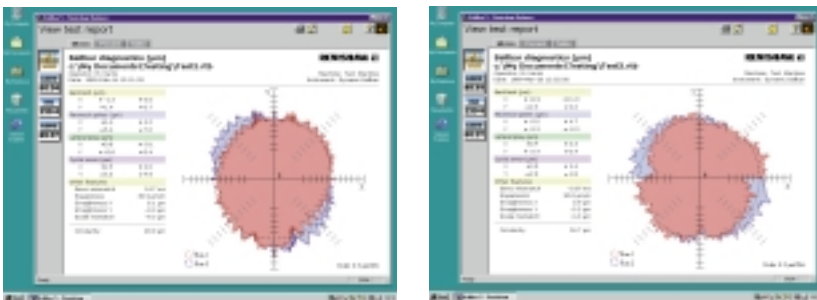


COMPROBACIONES REGULARES DE RENDIMIENTO

El QC10 ballbar puede evaluar el rendimiento de una máquina-herramienta rápida y sencillamente, con un procedimiento de pruebas totalmente automatizado. **En tan sólo 15 minutos**, los datos de circularidad obtenidos de una prueba permiten que su potente software de diagnóstico identifique y cuantifique una amplia variedad de errores de máquina, desde la geometría de la misma hasta problemas relacionados con el control.

Entonces se puede centrar rápidamente el mantenimiento en las áreas problemáticas identificadas, realizar ajustes y confirmar los resultados realizando otra prueba con el QC10 ballbar o una medición por láser con el ML10. De forma análoga, la galga MCG puede establecer un valor global de precisión volumétrica para las MMC, a partir del cual pueden averiguarse tendencias a intervalos regulares.

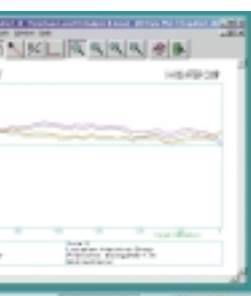
3. Vuelva a comprobar la máquina regularmente



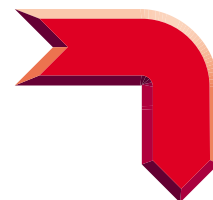
● Vuelva a comprobar la máquina con el QC10 ballbar o la galga MCG a intervalos regulares de una semana o un mes, o después de desplazar la máquina, después de que ésta haya tenido una avería o cuando la tolerancia de las piezas empieza a desviarse.

Las pruebas regulares planificadas permiten hacer un gráfico del rendimiento de la máquina con el tiempo y permite una predicción inteligente de futuros problemas de precisión a través del análisis de tendencias.

5. Repare la máquina y vuelva a calibrarla con un láser



● Después de los trabajos de mantenimiento, la máquina puede ser calibrada de nuevo usando el sistema de medición por láser ML10.



4. Identifique las áreas problemáticas



● Si la precisión global de la máquina cae por debajo de un nivel aceptable, utilice el software de diagnóstico del QC10 para analizar e identificar las áreas problemáticas y para obtener consejos sobre trabajos de mantenimiento apropiados. En las MMC, es aconsejable realizar una prueba por láser para identificar la posición exacta de un error.

SOFTWARE DE MEDICIÓN



SOFTWARE DISEÑADO PENSANDO EN EL USUARIO

El interface de usuario para el láser ML10 y para el ballbar QC10 utiliza software compatible con Windows® 95, 98 y NT, desarrollado exclusivamente por Renishaw.

El software del láser ML10 posibilita las mediciones tanto estáticas como dinámicas de las precisiones lineales, angulares, rectilineales, de cuadratura y rotativas de una máquina. Se suministra con dinámico, eje dual, indicador digital, nivel electrónico, compensación de errores y ayuda "on-line" como estándar.

FLEXIBILIDAD DE RECOPIACIÓN DE DATOS

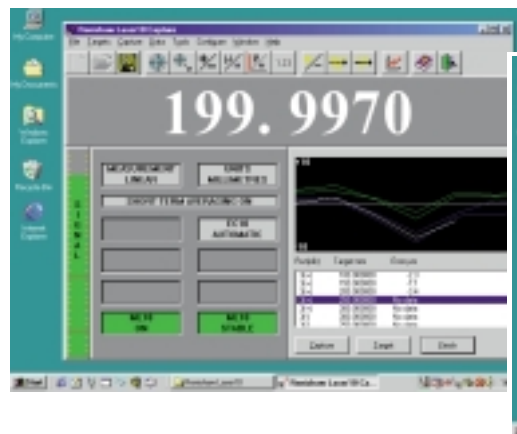
Para responder a los requisitos de diversas aplicaciones, el software láser emplea una serie de métodos de captura de datos automáticos y manuales:

Manuales:

Teclado, mando a distancia con conmutador.

Automáticos:

Basados en tiempo y posición, dinámicos, activados por el codificador (a través de la caja de conmutación TB10).

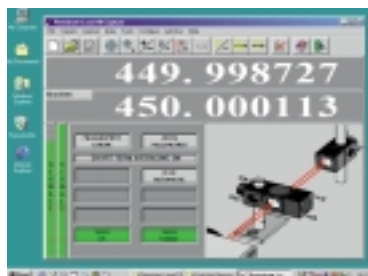


Medición dual simultánea

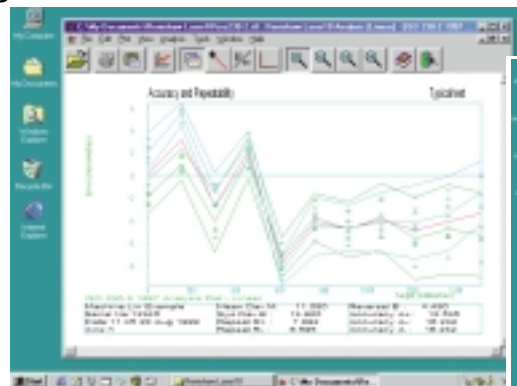
ANÁLISIS DE DATOS SEGÚN NORMAS INTERNACIONALES

Datos láser analizados según las siguientes normas

- ISO 230-2
- ANSI B5.54
- ANSI B89
- VDI 3441
- VDI 2617
- JIS-B6330
- GB-10931-89



Pueden capturarse datos de dos ejes simultáneamente, para luego analizarse de forma independiente.



El software funciona en el entorno Windows, pero los datos pueden ser exportados a otras aplicaciones en formato bruto. Alternativamente, los datos analizados pueden ser cortados y pegados en otras aplicaciones, permitiendo de esta manera la presentación profesional de los resultados de las pruebas.

CONEXIÓN A OTROS INSTRUMENTOS

SISTEMAS LÁSER HEWLETT PACKARD 5528

El software Renishaw puede ser utilizado como el interface para los usuarios de los sistemas Hewlett Packard 5528, cuando se adapta uno de nuestros kits de interface GPIB. Estos kits están disponibles en formato ISA para PC "desktop" o bien en PCMCIA para PC "notebook".

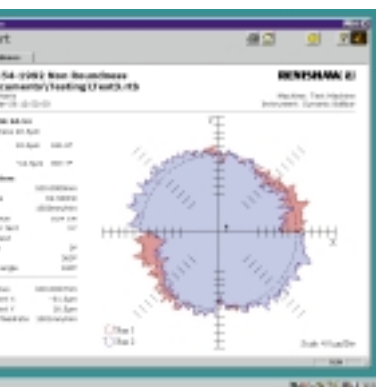
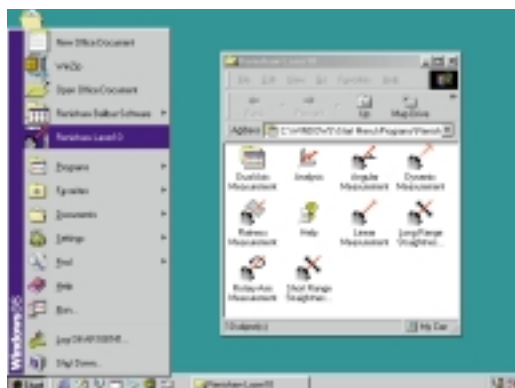
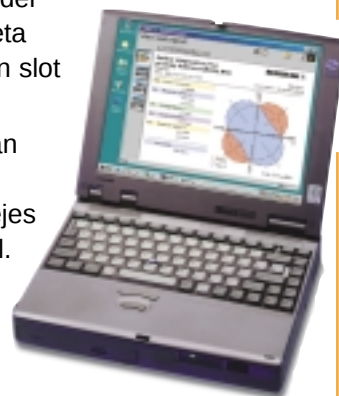
NIVELES ELECTRÓNICOS E INDICADORES DIGITALES

El software es extremadamente flexible al posibilitar la captura, el almacenamiento y la presentación de datos de niveles electrónicos e indicadores digitales. Los datos capturados pueden luego ser analizados de acuerdo con las normas nacionales e internacionales.

En las páginas **32-33** encontrará más información sobre interfaces de sistemas.

REQUISITOS MÍNIMOS DEL ORDENADOR

- Mínimo procesador pentium 200 MHz
- 20 MB RAM
- Unidad de CD-ROM para instalación de software
- Disquetera de 3,5" (opcional para almacenamiento y transferencia de datos)
- Sistema operativo Windows® 95, 98 o NT
- Resolución de pantalla mín. 800 x 600 pixels
- **Para el sistema láser.** Si se utiliza la tarjeta interfaz PCM10, es necesario disponer de un slot libre PCMCIA del tipo II. Si, por el contrario, se utiliza una tarjeta interfaz PC10, será necesario disponer de un slot libre del tipo ISA corto (8 bits).
- Un puerto RS232 será necesario si se utilizan accesorios tales como el software de Compensación de errores, el calibrador de ejes rotativos RX10 o el interface del lector digital.
- **Para el sistema de ballbar.** El ordenador debe tener como mínimo un puerto RS232 disponible (9600 Baudios).



Datos de **ballbar** analizados según las normas siguientes:

- ISO 230-4
- ANSI B5.54

SISTEMA DE MEDICIÓN POR LÁSER

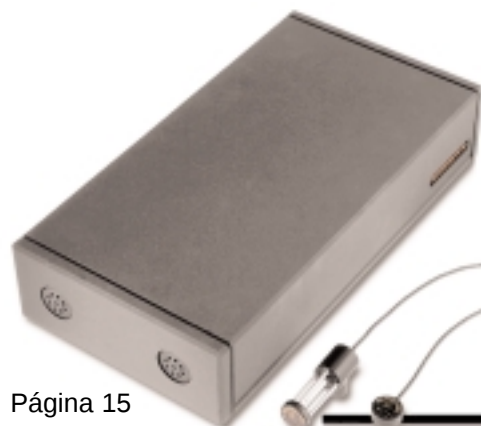
Arquitectura del Sistema

El sistema de medición por láser de Renishaw es una solución ideal para la calibración completa de máquinas, permitiendo la medición de una amplia gama de características geométricas y dinámicas. Emplea una arquitectura de sistema flexible y modular, asegurando que pueda adaptarse a sus requisitos de medición específicos y crecer cuando crezcan éstos.

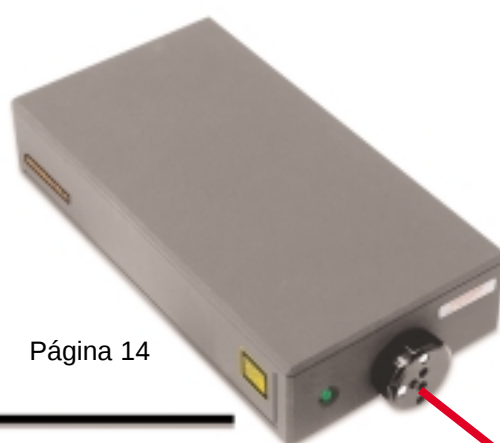
UNIDAD DE COMPENSACIÓN EC10

En el corazón del sistema están el cabezal láser ML10 y la unidad de compensación ambiental EC10. Juntos, estos componentes clave representan el sistema de medición por láser más preciso disponible para la industria, manteniendo una precisión de 1,1 ppm en TODO el rango de temperaturas de operación de 0 - 40°C (32-104°F).

CABEZAL LÁSER ML10



Página 15



Página 14



Página 32

TARJETA DE INTERFAZ PC10

SLOT ISA

PC DE SOBREMESA



Página 32

UNIDAD DE INTERFAZ LX10

RS232/IEEE

*SISTEMA LÁSER HP5528
NIVELES ELECTRÓNICOS E INDICADORES
DIGITALES DE OTROS FABRICANTES*

Página 32, 33

Página 32



TARJETA DE INTERFAZ PCM10

SLOT PCMCIA

PC PORTÁTIL



Página 16



Precisión de posicionamiento lineal y repetibilidad de un eje

Página 18



Cabeceo y ladeo angular de un eje

Página 20



Rectilinealidad de un eje

Página 22



Cuadratura entre ejes

Página 24



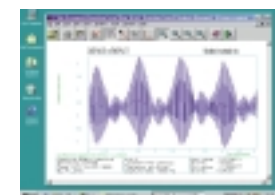
Planitud de una superficie

Página 26



Posicionamiento angular de ejes/mesas rotativos

Página 28



Características dinámicas de una máquina

SISTEMA DE MEDICIÓN POR LÁSER

EL láser y la compensación ambiental

EL CABEZAL LÁSER ML10

El cabezal láser ML10 es la unidad clave del sistema de mediciones. Contiene un tubo láser de Helio Neón (HeNe) que produce luz láser estabilizada a 633nm. La clasificación de potencia láser Clase II permite su uso sin necesidad de equipos de seguridad especiales. El láser de frecuencia única contiene un sofisticado sistema electrónico para la estabilización y para interpolar y contar las franjas de interferencia. Esto proporciona mediciones con verdadera resolución de nanómetro a velocidades de entrada superiores a 1 m/s (40 pulg./s). El sistema ML10 de Renishaw puede utilizarse para la calibración de ejes de longitud máxima de 80m (3200 pulgadas).

La longitud de onda del láser ML10 es trazable según normas de longitud internacionalmente reconocidas. La trazabilidad de cada láser está asegurada por Renishaw mediante un láser patrón estabilizado, que a su vez está referenciado por otro láser patrón en el UK National Physical Laboratory (NPL). Esto proporciona una asociación reconocida a la red de organizaciones de normas nacionales, tales como:

- NIST (US) ■ IGMC (Italia)
- NPL (India) ■ NRLM (Japón)
- NIM (China) ■ PTB (Alemania)
- LNE or CTA (Francia)



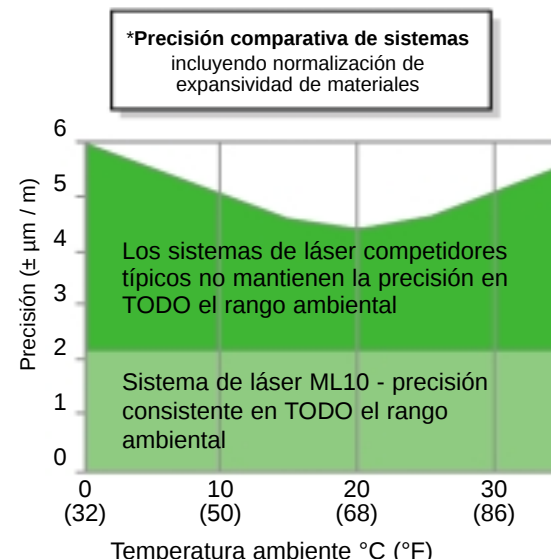
Precisión del sistema láser de 1,1 ppm en TODO el rango ambiental



ESPECIFICACIONES	
Fuente de láser	Tubo láser de Helio Neón (HeNe) Clase II
Potencia de láser	<1 mW
Longitud de onda en vacío	632,9906 nm (nominal)
Precisión de frecuencia a largo plazo	± 0,1 ppm (partes por millón)
Salidas	RS485 desde "Datalink" de 5 pines
Alimentación	Unidades específicas para alimentación de 100, 110, 220, 240 voltios Tolerancia de tensión: ± 10 % Tolerancia de frecuencia: 45 - 65 Hz
Temperatura de operación	0 – 40 °C (32-104°F)
Humedad de operación	0 – 95% sin condensación
Peso	5,3 kg
Dimensiones	335 x 176 x 75 mm

Precisión de longitud de onda láser
Precisión de compensación de refracción del aire
Precisión del sistema Renishaw
Precisión típica de sistemas competidores

Precisión de normalización de expansividad de materiales de Renishaw
Precisión típica de normalización de expansividad de materiales de competidores



LA UNIDAD DE COMPENSACIÓN EC10

La precisión de un sistema de medición de distancias por láser depende principalmente de lo bien que pueda compensar los efectos de los cambios de refracción del aire sobre la longitud de onda del láser. Sin esta compensación, la precisión de cualquier sistema se ve comprometida de forma significativa. Reconociendo este hecho, Renishaw ha diseñado su unidad de compensación ambiental (EC10) para que sea extremadamente precisa.

La unidad de compensación EC10 monitoriza continuamente el entorno, recogiendo datos de sensores de alta precisión que miden la temperatura, la presión y la humedad del aire. A partir de estos datos, la unidad calcula la verdadera longitud de onda del láser usando la ecuación de Edlen. Esta longitud de onda compensada se combina con el recuento de franjas del láser ML10 para dar mediciones de distancia compensadas con precisión garantizada.

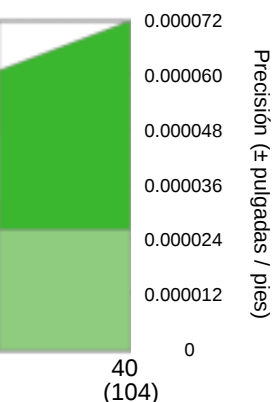
Con el fin de compensar la expansión térmica de la máquina, la unidad EC10 puede también recibir datos desde un máximo de tres sensores de temperatura de materiales, que pueden ser colocados en posiciones estratégicas sobre la máquina que se está probando. Esto normaliza todas las lecturas a una temperatura de referencia de 20°C (68°F). La compensación térmica es de especial importancia cuando se realizan mediciones lineales, sobre todo en máquinas grandes o máquinas fabricadas con materiales de alta expansividad.



La unidad de compensación EC10 también puede ser utilizada como registrador de gráficos ambientales independiente

± 0,1 ppm
± 1,0 ppm
± 1,1 ppm
hasta ± 3,0 ppm

± 1,0 ppm*
± 3,0 ppm*



ESPECIFICACIONES	METRICO	IMPERIAL
Rango de temperatura del aire	0 – 40°C	32 – 104°F
Precisión de temperatura del aire	± 0,5°C	±0,9°F
Rango de presión del aire	750 – 1150 mbar	22.43 – 34.40 in Hg
Precisión de presión del aire	± 2,2 mbar	±0,06 in Hg
Rango de humedad relativa	0 – 95% (sin condensación)	
Precisión de humedad relativa	20% HR	
Precisión de compensación de longitud de onda	± 1.0 ppm (partes per million)	
Rango de temperatura de materiales	0 – 40°C	32 – 104°F
Precisión de temperatura de materiales	± 0,1°C	±0,18°F
Alimentación	Unidades específicas para alimentación de 100, 110, 220, 240 volt Tolerancia de tensión ± 20 % Tolerancia de frecuencia 45 - 65 Hz	
Peso	4,0 kg	8,8 lb
Dimensiones	335 x 176 x 75 mm	13,2" x 6,9" x 2,95"

SISTEMA DE MEDICIÓN POR LÁSER

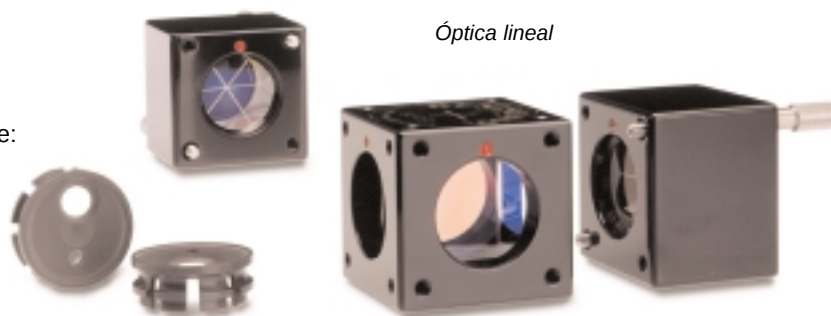
Medición lineal

Ésta es la forma más común de medición realizada sobre las máquinas. El sistema mide la precisión y repetibilidad del posicionamiento lineal comparando la posición mostrada en los datos de salida de la máquina con la posición verdadera medida por el láser. Estos valores pueden ser visualizados, impresos y analizados estadísticamente por el software del sistema según normas nacionales e internacionales. En muchas de las máquinas-herramienta de hoy, también es posible dar un paso más en este proceso y descargar automáticamente los datos medidos en una tabla de compensación en el control de la máquina. De esta manera, la precisión de posicionamiento de una máquina puede ser verificada y mejorada de forma significativa, rápida y fácilmente.

CONFIGURACIÓN

Los componentes utilizados en esta medición constan de:

- Divisor de haz lineal
- Retrorreflectores
- Objetivos (para facilitar la alineación óptica)

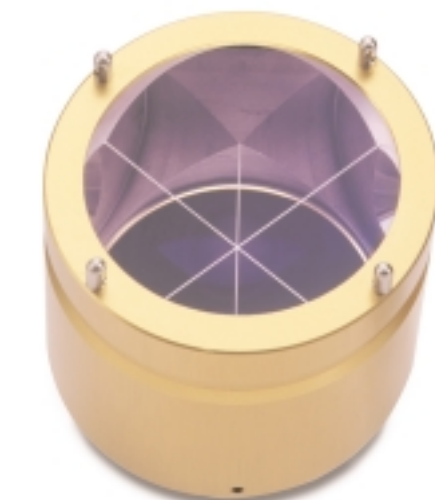
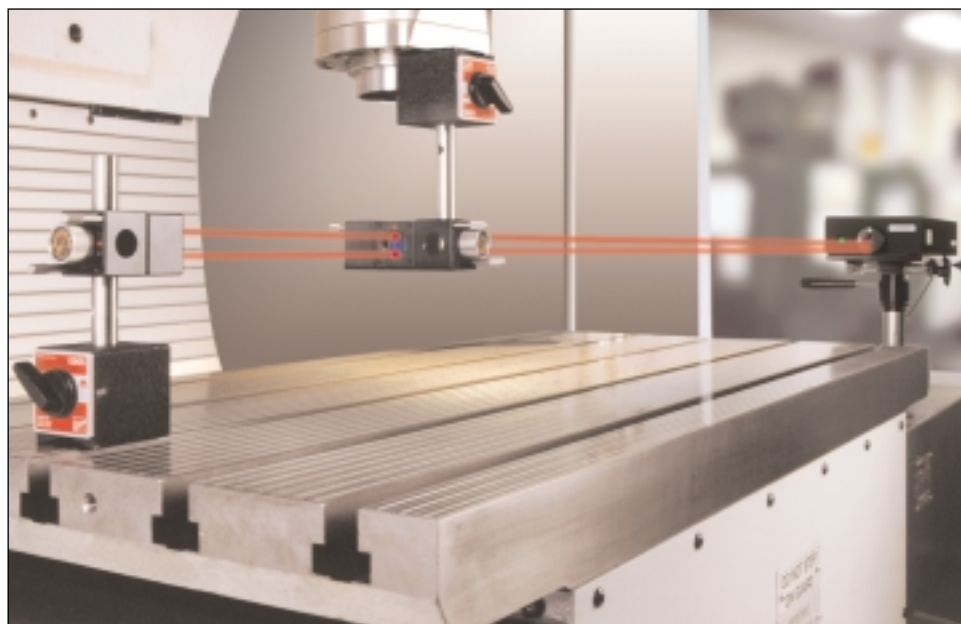


Óptica lineal

En la medición lineal, un retroreflector se fija al divisor de haz, para formar el brazo de referencia de longitud fija del interferómetro. El otro retroreflector se desplaza relativo al divisor de haz y forma el brazo de medición de longitud variable. El sistema láser controla cualquier cambio en la separación entre el divisor de haz y el retroreflector del brazo de medición.

Para montar la óptica en la máquina, está disponible una gama de accesorios y fijaciones. Existen accesorios adicionales que pueden suministrarse para ayudar en la configuración de la medición y la captura de datos. Éstos se describen en la sección sobre accesorios del sistema en la página 30.

Medición de posicionamiento lineal en eje X en un VMC.



Retroreflector de largo alcance y periscopio

Cuando se miden ejes de más de 40 metros de largo, se requiere la versión de largo alcance del cabezal láser HL10 y ML10X y óptica lineal patentada de largo alcance.



Para la medición de máquinas de transmisión dual o tándem, conecte dos sistemas láser con el SOFTWARE DE EJE DUAL. Consulte la página 32.

Larga duración - los alojamientos de aluminio de las ópticas, incluyendo las roscas, tienen todos acabado anodizado duro, a prueba de corrosión y resistentes a golpes.

Respuesta dinámica mejorada - con menos de la mitad del peso de los alojamientos ópticos de acero, se reduce la carga de peso en la máquina.

Rápida aclimatación térmica - la óptica de aluminio se aclimata 10 veces más rápido que la óptica de acero.

Sin problemas de expansión térmica - el interferómetro está lejos del calor del cabezal láser, y la fuente de calor del láser permanece fuera de la máquina.

Configuración más fácil - el interferómetro remoto puede ubicarse en áreas de interés específicas de la máquina, sin pérdida de desplazamiento en el eje. Esto también permite la realización de mediciones de múltiples ejes desde una única posición, sin necesidad de realineación del láser.

Alineación externa del láser - el láser montado en trípode facilita su alineación fuera de la máquina.

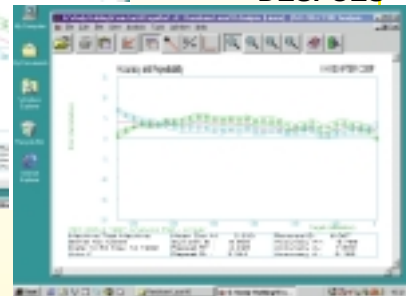
Alineación de largo alcance más fácil - el retrorreflector más grande facilita la alineación con el objetivo y devuelve más luz láser, incluso en aire turbulento.

LA POTENCIA DE LA COMPENSACIÓN AUTOMÁTICA DE ERRORES LINEALES

ANTES



DESPUÉS



Con la ayuda del paquete de compensación automática del error lineal, los datos obtenidos a partir de un ciclo de calibración se utiliza para calcular los valores de compensación, los cuales pueden ser enviados entonces al control numérico de la máquina. Una vez que la compensación se ha completado, una verificación final con el láser asegura que se ha conseguido una significativa mejora en la precisión de posicionamiento de la máquina. Estos paquetes ahora incluyen un "mago" de la compensación y un indicador de progreso de la sesión, a fin de que la compensación de un eje resulte todavía más sencilla.

El software está preparado para muchos de los controles existentes hoy en día, incluyendo:

- Cincinnati A850, A850SX, A950.
- Fanuc 0M, 0T.
- Fanuc 10, 11, 12, 15, 16, 18, 20, 21.
- NUM 750, 760, 1060.
- Mazak M-Plus, M2, M32.
- Siemens series 800.

Contacte con Renishaw si su control no figura en esta lista.



El diseño exclusivo de la óptica lineal, angular y de rectilinealidad permite un fácil intercambio para distintas mediciones sin necesidad de realinear el láser.

ESPECIFICACIONES	MÉTRICO	IMPERIAL
Medición lineal (alcance estándar) (largo alcance)	0 – 40 m 0 – 80 m	0" – 1600" 0" – 3200"
Precisión (con compensador EC10)	± 1,1 ppm (partes por millón)	
Resolución	0,001 μm	0,1μpulg
Velocidad máxima	60 m/min (1 m/s)	2400"/min (40"/s)
Precisión de medición de velocidad	± 0.05%	
% = porcentaje del valor mostrado		

SISTEMA DE MEDICIÓN POR LÁSER

Medición angular

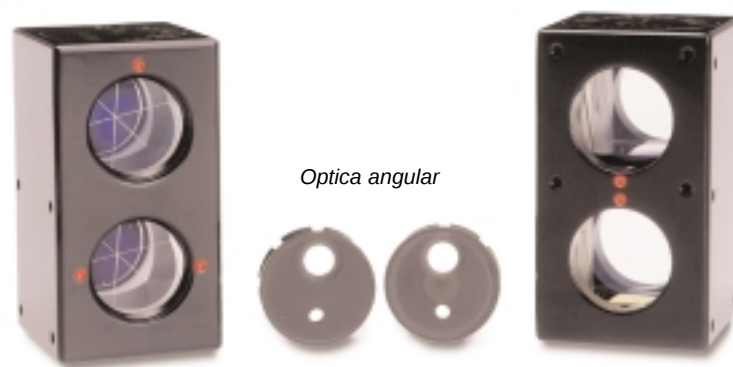
Los errores de cabeceo y de lado están entre los factores que más contribuyen a la imprecisión de posicionamiento en máquinas-herramienta y a los errores de precisión de medición en las MMC. Los errores de lado pueden producirse cuando una máquina se desplaza de forma desigual por guías con holgura, y los errores de cabeceo pueden ser debidos a efectos de flexión en estas guías.

CONFIGURACIÓN

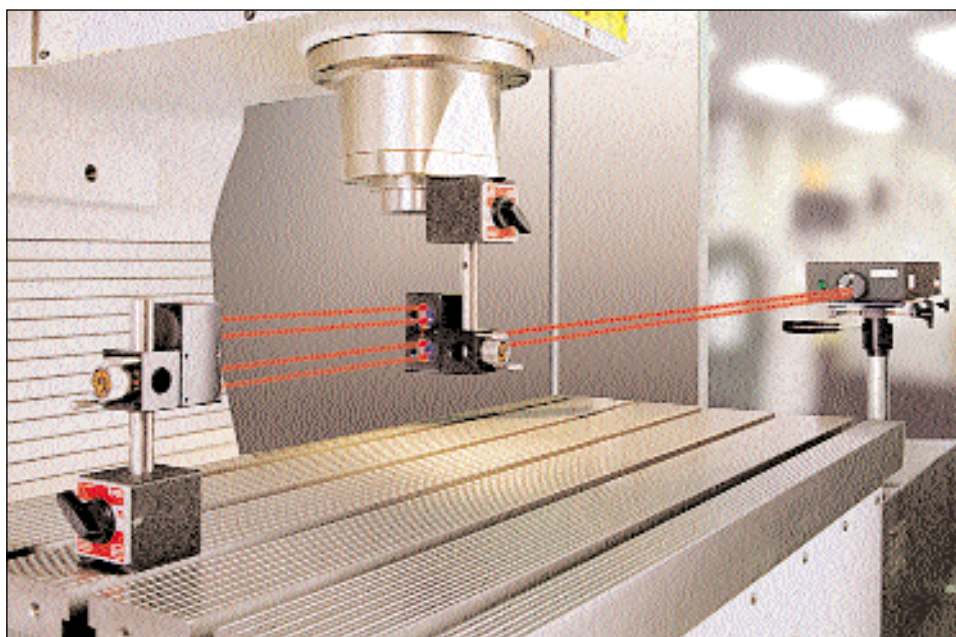
Los componentes utilizados en esta medición constan de:

- Divisor de haz angular
- Retrorreflector angular
- Objetivos (para facilitar la alineación óptica)

Para configurar la medición, es mejor montar el divisor de haz angular en una posición fija de la máquina, por ejemplo en el husillo de una máquina-herramienta de bancada móvil o la bancada de granito de una MMC. El retrorreflector se monta entonces en la parte móvil de la máquina, por ejemplo la bancada de una máquina-herramienta o el cabezal de sonda de una MMC. Las mediciones se realizan monitorizando el cambio del ángulo relativo entre la óptica del divisor de haz y la óptica del reflector.



Medición de cabeceo del eje X en una VMC de bancada móvil.



La óptica angular también puede utilizarse para medir la planitud de las bancadas y material de superficie de las MMC. Consulte la página 24.



Los ejes rotativos también pueden calibrarse usando óptica angular en combinación con el indexador rotativo RX10. Consulte la página 26.



Larga duración - los alojamientos de aluminio de las ópticas, incluyendo las roscas, tienen todos acabado anodizado duro, a prueba de corrosión y resistentes a golpes.

Reducción de la carga de la máquina - con menos de la mitad del peso de los alojamientos ópticos de acero, se reduce la carga de peso en la máquina. Esto es especialmente importante cuando se miden errores de cabeceo en MMC de brazo horizontal.

Rápida aclimatación térmica - la óptica de aluminio se aclimata 10 veces más rápido que la óptica de acero.

Sin problemas de expansión térmica - el interferómetro está lejos del calor del cabezal láser, y la fuente de calor del láser permanece fuera de la máquina.

Trazabilidad - la interferometría se beneficia directamente de la trazabilidad de la longitud de onda del láser. No es así con los sistemas basados en células PSD/CCD/Quad.

Precisión - la interferometría ofrece más precisión y linealidad con menos sensibilidad a ruido de turbulencia del aire, comparado con los sistemas basados en células PSD/CCD/Quad.

Configuración más fácil - el interferómetro remoto puede ubicarse en áreas de interés específicas de la máquina, sin pérdida de desplazamiento en el eje. Esto también permite la realización de mediciones de múltiples ejes desde una única posición, sin necesidad de realineación del láser.

Comodidad - la óptica móvil no tiene cables que se arrastran y pueden engancharse, mejorando la precisión y la comodidad.

Flexibilidad - el software también soporta mediciones angulares usando niveles electrónicos.

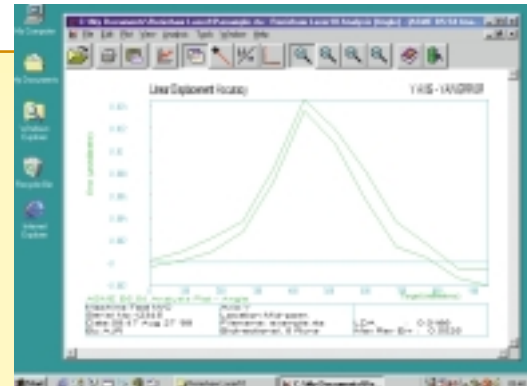


Gráfico típico capturado durante la realización de una medición angular.



Para configurar de una sola vez mediciones lineales y angulares, póngase en contacto con nosotros para saber más de nuestros kits especiales de óptica combinada.



ESPECIFICACIONES	MÉTRICO	IMPERIAL
Rango axial	0 – 15 m	0" – 590"
Rango de medición angular	± 175 mm/m	± 10°
Precisión angular	± 0,6%* ± 0,5 ± 0,1M µm/m	± 0,6%* ± 0,1 ± 0,007F arc sec
Resolución	0,1 µm/m	0,01 arc sec
Donde M = distancia de medición en metros; F = distancia de medición en pies % = porcentaje del ángulo calculado * Se puede suministrar ópticas angulares de más alta precisión, ± 0,2% o mayor, bajo pedido especial		

SISTEMA DE MEDICIÓN POR LÁSER

Medición de rectilinealidad

Las mediciones de rectilinealidad resaltan cualquier componente de flexión o mala alineación general de las guías de una máquina. Esto podría deberse a desgaste de las guías, un accidente que puede haberlas dañado de alguna manera, o un defecto en las cimentaciones de la máquina que provocan un efecto de flexión en toda la máquina. Este error de rectilinealidad tendrá un efecto directo sobre la precisión de posicionamiento y la capacidad de contorneado de una máquina..

CONFIGURACIÓN

Los componentes utilizados en esta medición constan de:

- Divisor de haz de rectilinealidad
- Retrorreflector de rectilinealidad

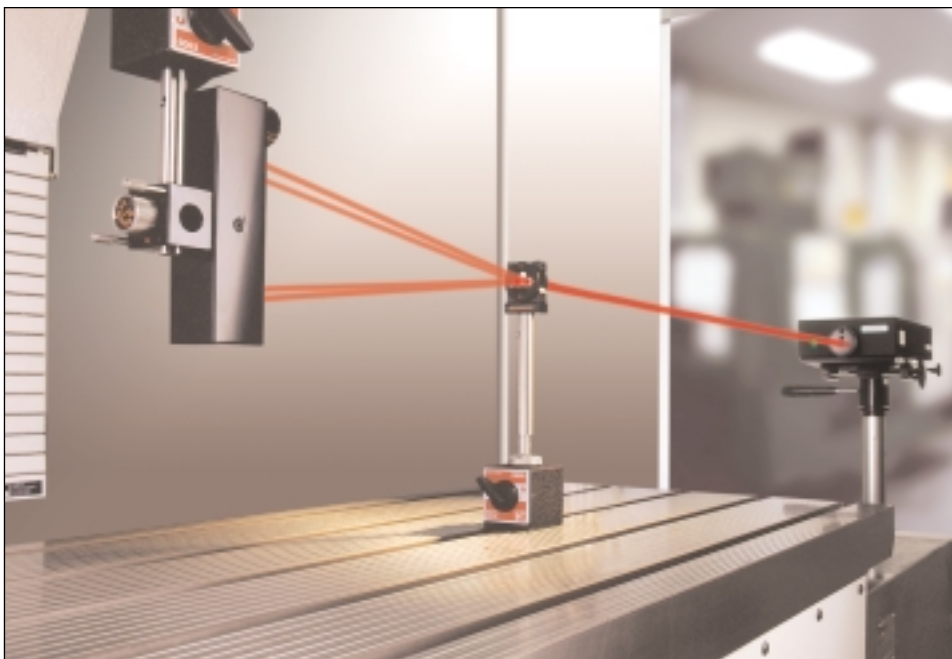
Para la configuración de las mediciones, el reflector de rectilinealidad debe montarse en una posición fija de la máquina. El divisor de haz de rectilinealidad debe montarse entonces en la parte móvil de la máquina. Hay dos kits disponibles para medir tanto ejes cortos (0,1 - 4,0 m) como los más largos (1 - 30 m).



Óptica de rectilinealidad de corto alcance

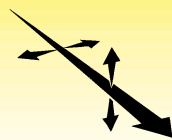


Medición de rectilinealidad del eje X en un VMC de bancada móvil



Si se toman mediciones de rectilinealidad en dos ejes, es posible evaluar el paralelismo. También es posible medir errores de cuadratura entre estos ejes.

Consulte la página 22.



Configuración más fácil - la geometría del retrorreflector de rectilinealidad patentado proporciona haces de láser de salida y de retorno no solapados, haciendo que la alineación sea mucho más fácil que con otros sistemas.

El mejor rendimiento de largo alcance - los sistemas basados en células PSD/CCD/Quad pueden sufrir problemas de ruido y precisión, sobre todo en mediciones de largo alcance.

Comodidad - la óptica móvil no tiene cables que se arrastran y pueden engancharse, mejorando la precisión y la comodidad.

Flexibilidad - el software también soporta mediciones de rectilinealidad realizadas con indicadores digitales y reglas.

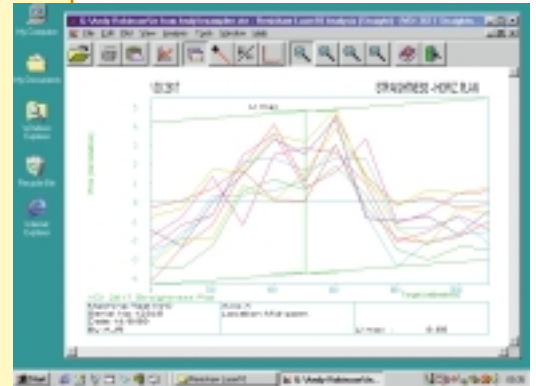
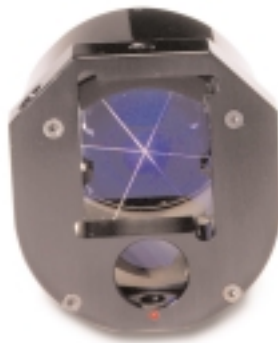


Gráfico típico capturado durante la realización de una medición de rectilinealidad.

Óptica de rectilinealidad de largo alcance

Cuando se mide la rectilinealidad vertical en un eje horizontal, o la rectilinealidad en el eje vertical de una máquina, se requiere también un kit de accesorios de rectilinealidad para la configuración.



Kit de accesorios de rectilinealidad



ESPECIFICACIONES	MÉTRICO	IMPERIAL
Rango axial (corto alcance) (largo alcance)	0,1 – 4,0 m 1 – 30 m	4" – 160" 40" – 1200"
Rango de medición de rectilinealidad	± 2,5 mm	± 0,1"
Precisión (corto alcance) (largo alcance)	± 0,5% ± 0,5 ± 0,15M ² μm ± 2,5% ± 5 ± 0,015M ² μm	± 0,5% ± 20 ± 0,5F ² μ" ± 2,5% ± 200 ± 0,05F ² μ"
Resolución (corto alcance) (largo alcance)	0,01 μm 0,1 μm	1 μ" 10 μ"
Donde M = distancia de medición en metros; F = distancia de medición en pies % = porcentaje del valor mostrado		

SISTEMA DE MEDICIÓN POR LÁSER

Medición de cuadratura

La medición de cuadratura determina los errores de cuadratura de dos ejes nominalmente ortogonales comparando sus valores de rectilinealidad. Los errores de cuadratura podrían deberse a desgaste de las guías de la máquina, un accidente que puede haberlas dañado de alguna manera, un defecto en las cimentaciones de la máquina, o sensores de posición inicial mal alineados en máquinas de pórtico. Este error de cuadratura tendrá un efecto directo sobre la precisión de posicionamiento y la capacidad de interpolación de una máquina.

CONFIGURACIÓN

El componente específico requerido para esta medición es:

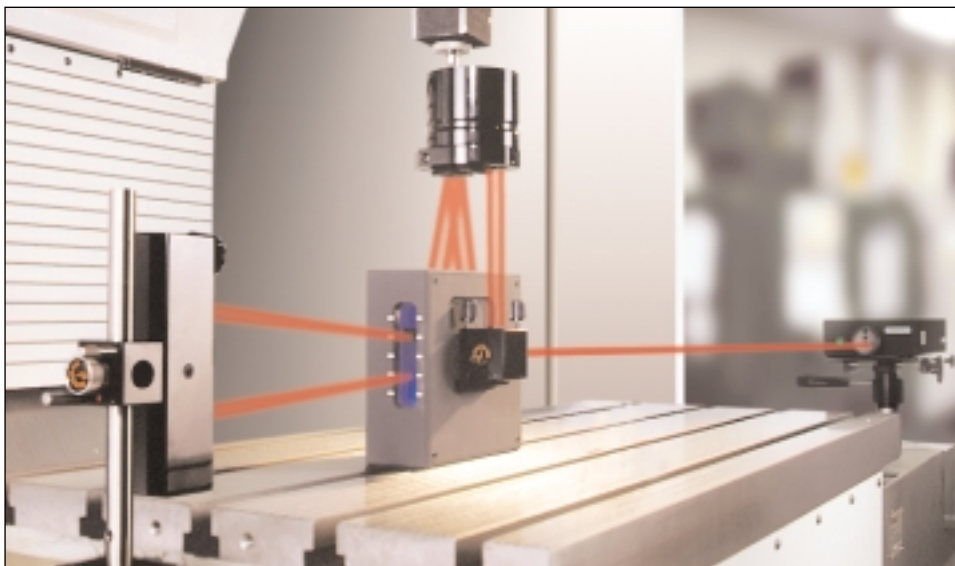
- Escuadra óptica + soporte

Además de la escuadra óptica, para la configuración se requieren también ópticas de medición de rectilinealidad y un kit de accesorios de rectilinealidad (ver página siguiente). También es posible que se necesiten otros accesorios de configuración, dependiendo de los ejes que se están midiendo y la configuración de la máquina.



Escuadra óptica

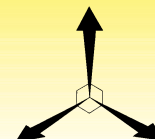
Medición de cuadratura del eje X-Z en un VMC



Como alternativa rápida para la medición de la cuadratura, por qué no utilizar el QC10 ballbar? Consulte la página 34.



En máquinas más pequeñas, el reducido espacio de trabajo podría hacer incómodas las mediciones de cuadratura por láser. Por qué no utilizar, en su lugar, una escuadra de granito y conectar un indicador digital al software de medición de cuadratura de Renishaw? Consulte la página 33.



● **Configuración más fácil** - la geometría del retrorreflector de rectilinealidad patentado proporciona haces de láser de salida y de retorno no solapados, haciendo que la alineación sea mucho más fácil que con otros sistemas.

● **La mejor precisión** - la escuadra óptica proporciona una mayor precisión que otros sistemas debido a la alta calidad de las ópticas utilizadas ($\pm 0,5$ arc sec).

● **Flexibilidad** - el software también soporta mediciones de cuadratura realizadas con indicadores digitales y escuadra.



Gráfico típico capturado durante la realización de una medición de cuadratura.



Ópticas de rectilinealidad



Kit de accesorios de rectilinealidad



ESPECIFICACIONES	MÉTRICO	IMPERIAL
Rango	$\pm 3/M$ mm/m	$\pm 2000/F$ arc sec
Precisión (corto alcance)	$\pm 0,5\% \pm 2,5 \pm 0,8M$ $\mu\text{m}/\text{m}$	$\pm 0,5\% \pm 0,5 \pm 0,05F$ arc sec
(largo alcance)	$\pm 2,5\% \pm 2,5 \pm 0,08M$ $\mu\text{m}/\text{m}$	$\pm 2,5\% \pm 0,5 \pm 0,005F$ arc sec
Resolución	0,01 $\mu\text{m}/\text{m}$	0,01 arc sec
Donde M = distancia de medición del eje más largo en metros; F = distancia de medición en pies % = porcentaje del valor mostrado		

SISTEMA DE MEDICIÓN POR LÁSER

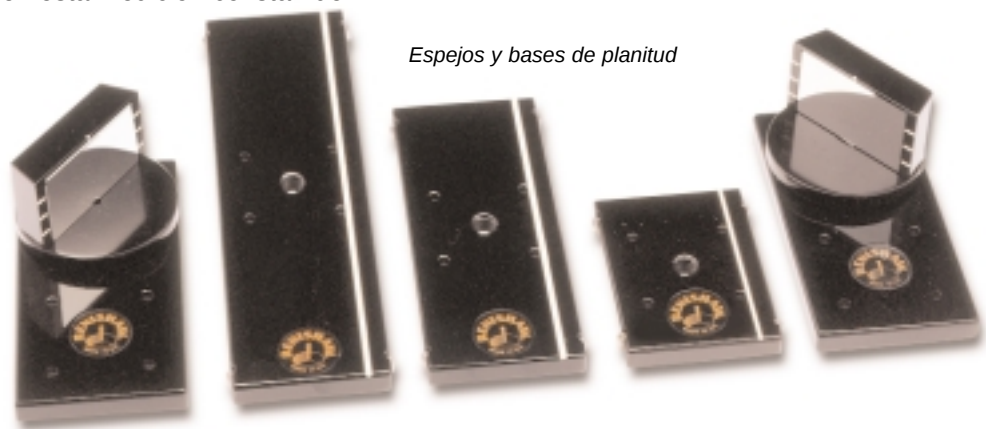
Medición de planitud

Esta medición se realiza para verificar la precisión de las bancadas de las MMC y de todo tipo de material de superficie. Determina si existen picos o valles significativos y, en su caso, los cuantifica. Si estos errores son significativos para la aplicación a que se destina la superficie plana, puede ser necesario un trabajo correctivo, como por ejemplo un lapeado.

CONFIGURACIÓN

Los componentes específicos utilizados en esta medición constan de:

- Base (50mm)
- Base (100mm)
- Base (150mm)
- Espejos de planitud



Ópticas angulares

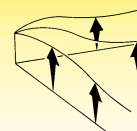


También se requieren ópticas de medición angular, que se montan sobre las bases de planitud. Éstas están disponibles por separado, y se muestran en la sección sobre mediciones angulares. Consulte la página 18.

El retrorreflector angular se monta en una de tres bases de apoyo de planitud de distintas longitudes. El tamaño de base utilizado depende del tamaño de la superficie a comprobar y el número de puntos en los que se desea realizar la medición. El divisor de haz angular se monta en la base del espejo de planitud.



Si usted utiliza actualmente los niveles electrónicos de FEDERAL PRODUCTS para la medición de planitud, ¿por qué no los conecta al software de medición de planitud de Renishaw? Consulte la página 33.



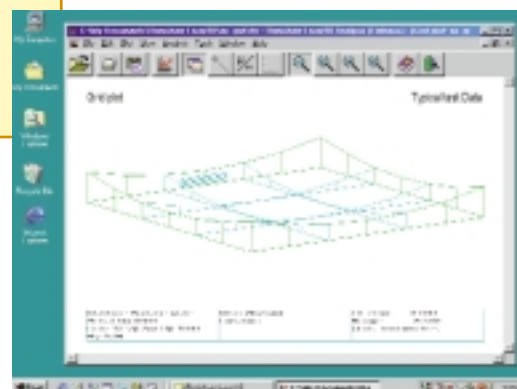
● **Sin problemas de expansión térmica** - el interferómetro está lejos del calor del cabezal láser.

● **Trazabilidad** - la interferometría se beneficia directamente de la trazabilidad de la longitud de onda del láser. No es así con los sistemas basados en células PSD/CCD/Quad.

● **Configuración más fácil** - los espejos de planitud son anti-deslizantes y totalmente ajustables para cabeceo y ladeo, permitiendo una alineación sencilla y rápida.

● **Flexibilidad** - el software soporta mediciones de planitud usando niveles electrónicos. También soporta técnicas de ploteado como Grid o Moody.

● **Una única posición del láser** - todas las líneas de medición pueden obtenerse desde una única posición del láser.



Antes de realizar cualquier medición, se debe trazar en la superficie un 'mapa' de las líneas de medición. La longitud de cada línea debe ser un múltiplo entero de la base de apoyo para realizar mediciones de planitud:

a) **Método Moody** - en el cual la medición está restringida a ocho líneas prescritas.

b) **Método Grid** - en el cual se puede medir sobre cualquier número de líneas en dos direcciones ortogonales en toda la superficie.

Gráficos típicos obtenidos de una medición de planitud. El gráfico superior muestra un ploteado tipo Moody, y el inferior, un típico ploteado tipo Grid.

ESPECIFICACIONES	MÉTRICO	IMPERIAL
Rango axial	0 – 15 m	0" – 590"
Rango de medición de planitud	± 1,5 mm	± 0,06"
Precisión	± 0,6%* ± 0,02M ² μm	± 0,6%* ± 0,08F ² μ"
Resolución	0,01 μm	1 μ"
Donde M = longitud de la diagonal en metros; F = longitud de la diagonal en pies % = porcentaje de la planitud calculada * Se puede suministrar ópticas angulares de más alta precisión, ± 0,2% o mayor, bajo pedido especial		

SISTEMA DE MEDICIÓN POR LÁSER

Medición rotativa

En muchas máquinas, a menudo se olvida que la precisión de un eje rotativo es importante para la precisión global del sistema. Podría tratarse de los ejes rotativos en máquinas-herramienta de 4 y 5 ejes, o la bancada rotativa en una MMC. A raíz de la importancia fundamental de la precisión de los ejes rotativos, las normas recientes, tanto nacionales como internacionales, han hecho hincapié en su desarrollo. Por esta razón Renishaw ha desarrollado un sistema específico de calibración de ejes rotativos, el RX10, a utilizar conjuntamente con su sistema láser.

El método patentado de calibración ha revolucionado la medición de ejes rotativos. La comprobación automatizada permite ahora la verificación de ejes rotativos en tan sólo 25 minutos y en cualquier posición angular. Esto representa un ahorro masivo de tiempo comparado con las más de 5 horas que necesitan los métodos convencionales como auto-colimadores y polígonos ópticos.

CONFIGURACIÓN

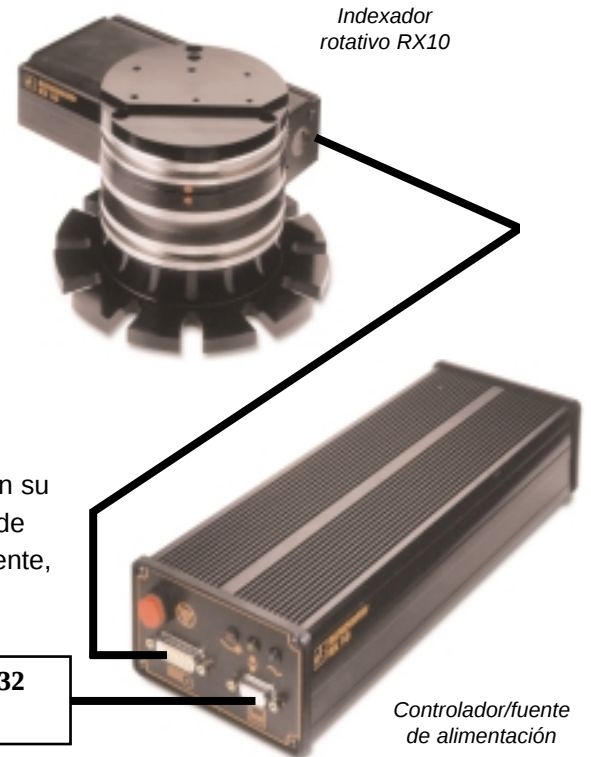
Los componentes utilizados en esta medición constan de:

- Indexador rotativo RX10
- Controlador/fuente de alimentación RX10



También se requieren ópticas de medición angular, que se fijan a la parte superior del indexador. Éstas están disponibles por separado y se muestran en la sección sobre medición angular. Consulte la página 18.

El RX10 incluye una corona dentada Hirth extremadamente precisa que garantiza la calidad y la fiabilidad del indexador y la precisión del láser. Con su rutina de calibración incorporada, se eliminan fácilmente las inexactitudes de centrado y otras durante la configuración. El sistema funciona horizontalmente, verticalmente e incluso en posición invertida, para facilitar la calibración de diferentes orientaciones de ejes rotativos.

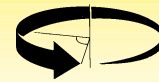


CONEXIÓN RS-232
AL PC

Controlador/fuente
de alimentación



Si usted necesita medir bancadas rotativas de gran elevación vertical, pregunte por nuestros accesorios especiales para el indexador rotativo RX10.

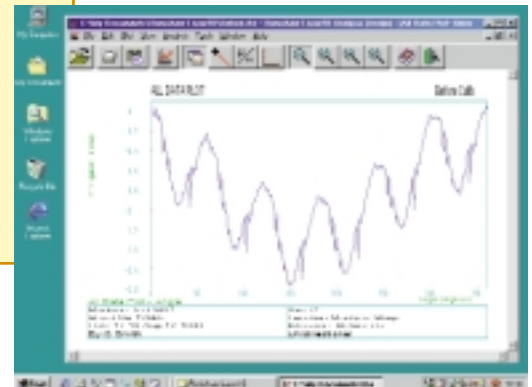


Configuración más fácil - el indexador realiza una rutina de calibración automatizada para eliminar errores de configuración y por tanto no es necesario centrar con precisión el sistema.

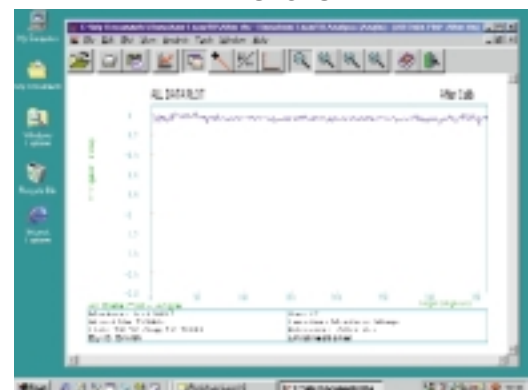
Calibración fácil y automatizada - el indexador está motorizado para movimientos de bloqueo, desbloqueo y rotación, con objeto de permitir la alineación y el seguimiento automáticos sin intervención alguna por parte del operador o de la máquina (ideal para las MMC).

Flexibilidad - puede calibrar cualquier ángulo con precisión, incluso varias vueltas.

ANTES



DESPUÉS



Los dos gráficos muestran errores en un eje rotativo antes de la calibración y después de realizarse trabajos de reparación.

Puede calibrarse un eje rotativo en cinco sencillos pasos:

- 1 Acople un retrorreflector angular estándar al indexador rotativo RX10.
- 2 Acople el indexador rotativo RX10 al eje a comprobar sujetando la placa de montaje a la bancada.
- 3 Acople el divisor de haz angular a un montaje estable independiente.
- 4 El eje rotativo se calibra rotándolo secuencialmente por cierto número de objetivos angulares pre-seleccionados en el software de calibración de Renishaw. Se toman lecturas de láser en cada posición.
- 5 Al rotar el eje, el indexador rotativo RX10 rota automáticamente en sentido contrario para asegurar que el haz láser se devuelva al cabezal láser.

Las normas internacionales recientes establecen que un eje rotativo debe ser calibrado de varias maneras, que incluyen:

- 5° en incrementos de 0,1°
- 360° en incrementos de 3°
- 360°, a las posiciones de 0°, 90°, 180° y 270° y nueve posiciones angulares más al azar. Es extremadamente difícil, si no imposible, completar estas mediciones usando auto-colimadores y polígonos ópticos.

ESPECIFICACIONES	MÉTRICO	IMPERIAL
Rango angular	ilimitado	
Precisión de indexado	$\pm 5 \mu\text{m/m}$	$\pm 1 \text{ arc sec}$
Repetibilidad	$1 \mu\text{m/m}$	0.2 arc sec
Montaje	Cara superior o inferior para montaje en bancada o husillo	
Operación	Vertical u horizontal	
Control	Automático vía RS232 a PC	
Temperatura de operación	0 – 40 °C	32 – 104 °F

SISTEMA DE MEDICIÓN POR LÁSER

Medición dinámica

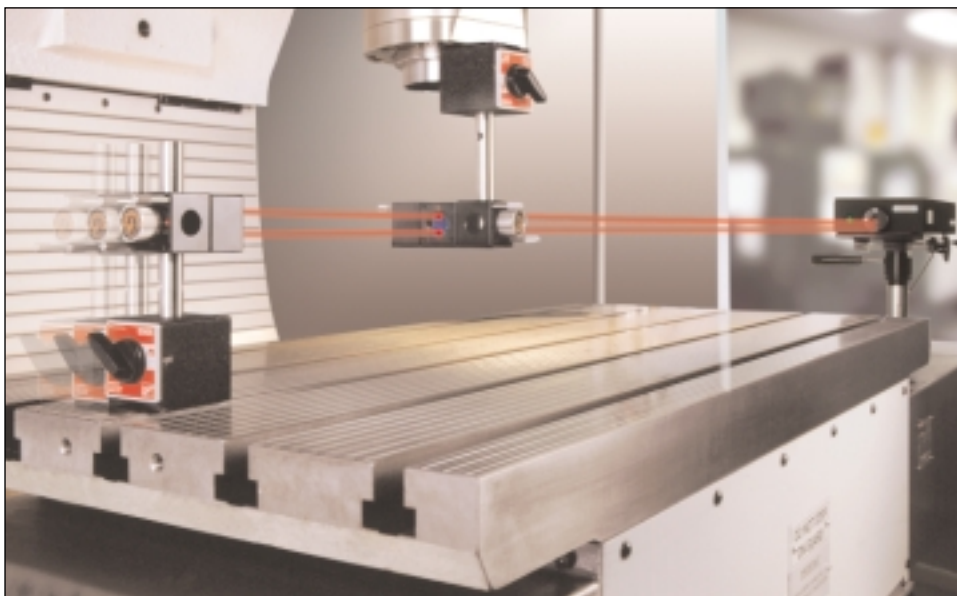
La capacidad de medición dinámica del sistema de láser de Renishaw añade una nueva dimensión de flexibilidad y potencia. Permite realizar la medición en tiempo real de las características de movimiento de los sistemas de la máquina además de las comprobaciones estáticas tradicionales descritas anteriormente en esta sección. Normalmente, estas características pueden ser identificadas sólo con equipos especializados. Esto amplía enormemente la capacidad del sistema de láser y lo convierte en herramienta esencial en programas de MONITORIZACIÓN DE CONDICIÓN de máquinas.

Esta posibilidad de medición se suministra como parte del paquete de software estándar del láser y no requiere otro hardware adicional más que las ópticas para la medición específica que se pretenda realizar.

- Máquinas posicionadoras
- Máquinas de montaje superficial
- Sistemas hidráulicos y neumáticos
- Sistemas oscilantes/alternativos y de posicionamiento
- Plataformas ópticas
- Imprentas
- Máquinas de taladrado/fresado de PCBs
- Máquinas de impresión de PCBs

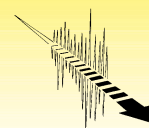


Esta capacidad de medición no requiere hardware adicional alguno, salvo las ópticas para la medición específica que se está realizando. Sin embargo, sí requiere la instalación de un módulo adicional de software DINÁMICO, que puede ejecutarse de forma independiente o enlazar directamente con el software de calibración Renishaw existente.



Estas mediciones en tiempo real permiten identificar y cuantificar ciertas características de error de la máquina. Por ejemplo:

- Pre-carga e histéresis de husillos a bolas y tuercas
- Estabilidad posicional y rendimiento de los encóderes
- Caracterización de resonancias de motores, husillos y otros sistemas
- Precisión, estabilidad y precisión de interpolación de la velocidad de avance
- Optimización de los programas de control y mantenimiento



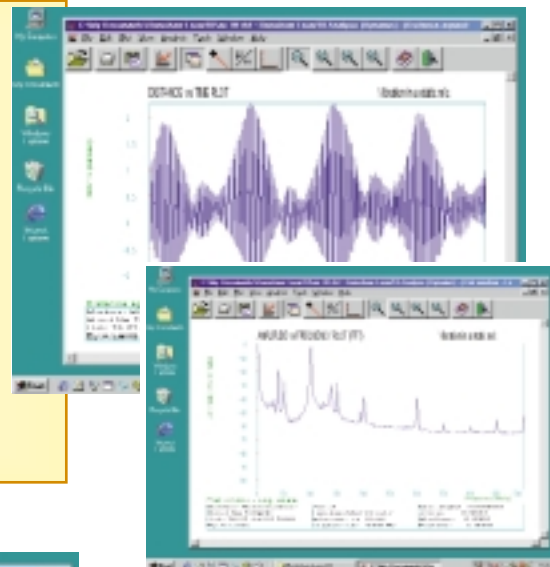
Análisis de vibraciones

Potente análisis de vibraciones - las rutinas FFT (Transformada Rápida de Fourier) integradas proporcionan un detallado espectro de frecuencias permitiendo identificar las vibraciones y señalar su origen.

Versatilidad de las ópticas - el software soporta captura y análisis dinámicos de datos usando ópticas lineales, angulares o rectilineales.

Alta capacidad - el uso de un sistema láser de una sola frecuencia proporciona verdadera resolución de nanómetro a velocidades de avance de hasta 1 m/s con velocidad de muestreo de 5000Hz, sin límite de aceleración.

Flexibilidad - los datos pueden muestrearse según bases de datos de tiempos internas, o en sincronización con conmutadores externos a velocidades de hasta 4000 Hz.



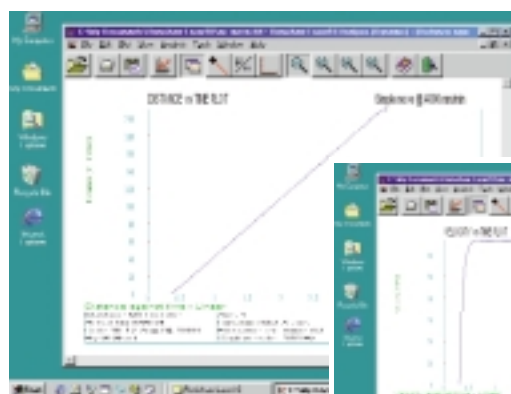
Análisis de frecuencias con FFT

Usando la capacidad de medición dinámica, pueden realizarse las siguientes mediciones:

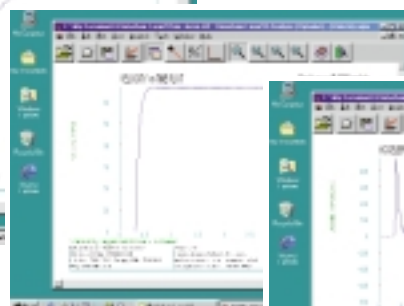
- Desplazamiento contra tiempo
- Velocidad contra tiempo
- Aceleración contra tiempo
- Amplitud y frecuencia de vibraciones



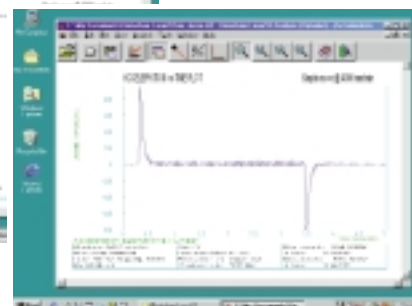
Usado conjuntamente con la caja de conmutación TB10, el software dinámico es ideal para la inspección de conjuntos de husillos a bolas. Consulte la página 31.



Desplazamiento contra tiempo

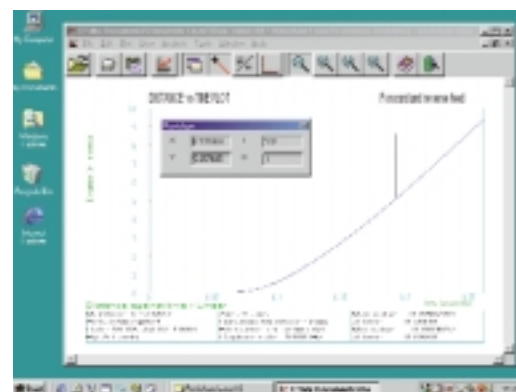


Velocidad contra tiempo



Aceleración contra tiempo

ESPECIFICACIONES	MÉTRICO	IMPERIAL
Velocidad de muestreo	10 – 5000 Hz	
Precisión de desplazamiento lineal	± 1,1 ppm (partes por millón)	
Precisión de velocidad lineal	± 0.01%	
Precisión de aceleración lineal	± 0.01%	
Precisión de tiempo	± 0.14%	
Resolución	0,001 μm	0,04 μm
% = porcentaje del valor mostrado		



Análisis de respuesta de servo

SISTEMA DE MEDICIÓN POR LÁSER

Accesorios ópticos

KIT DE MONTAJE DE ÓPTICAS

KIT DE MONTAJE DE ÓPTICAS

Este kit proporciona los elementos esenciales requeridos para montar las ópticas Renishaw en una máquina. Las ópticas pueden intercambiarse fácilmente sin necesidad de realinear el láser. Incluye bloques de montaje de aluminio con acabado anodizado duro, y pilares y bases de acero inoxidable, proporcionando una combinación óptima de portabilidad y durabilidad. También incorporan roscas M8 para su fijación a bases magnéticas estándar o a los cabezales de sonda MMC de Renishaw.



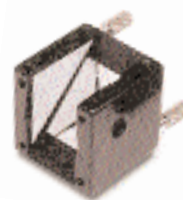
ESPEJO ORIENTABLE

Este espejo puede utilizarse como ayuda de alineación para mediciones diagonales según ANSI B5.54. También es útil para la medición de tornos de bancada inclinada. Los tornillos de ajuste permiten el fácil acoplamiento del espejo a las ópticas de medición.



ESPEJO DE GIRO FIJO

Este espejo refleja el haz de láser en un ángulo de 90°. Al igual que el espejo orientable, puede acoplarse a las ópticas de medición para ayudar en la configuración de éstas, y se utiliza principalmente cuando el acceso al eje de medición deseado es complicado.



TRÍPODES

El sistema de medición por láser de Renishaw ofrece dos opciones de trípode. Los trípodes proporcionan no sólo una posición de montaje estable para un amplio rango de elevaciones, sino que incluyen una plataforma de montaje que ofrece un control total de alineación sobre el haz de láser del ML10. Permite el ajuste de cuatro elementos de direccionamiento del láser: elevación vertical, traslación horizontal, cabeceo angular y ladeo (el ajuste de cabeceo está incorporado en el cabezal de láser ML10). Renishaw suministra también un adaptador para permitir el uso del láser Renishaw con otros trípodes.

ESPECIFICACIONES		MÉTRICO	IMPERIAL
Rango de posicionamiento	(trípode estándar) (trípode compacto)	0,6 – 1,95 m 0,66 – 1,75 m	23,6 – 76 pulg 26,0 – 68,9 pulg
Altura (plegado)	(trípode estándar) (trípode compacto)	1,02 m 0,7 m	40,1 pulg 27,5 pulg
Peso	(trípode estándar) (trípode compacto)	7,9 kg 7,3 kg	17,4 lb 16,1 lb
Altura de la funda	(trípode estándar) (trípode compacto)	1,15 m 0,8 m	45,3 pulg 31,5 pulg

TRÍPODE ESTÁNDAR

Este trípode ofrece el rango de ajustes más amplio para el montaje del láser. Puede suministrarse con una robusta funda de transporte y almacenamiento. (Nota: la plataforma de montaje se guarda en el supermaletín, no en esta funda).



TRÍPODE COMPACTO

Las principales ventajas de este trípode en comparación con el trípode estándar es su tamaño reducido una vez plegado, y su funda de dimensiones menores. También puede suministrarse con una funda más resistente y de poco peso. (Nota: la plataforma de montaje se guarda en el supermaletín, no en esta funda).



MALETINES

La portabilidad de los sistemas de medición por láser es extremadamente importante. Esto es especialmente cierto para empresas móviles de calibración u organizaciones con diversas ubicaciones geográficas. El sistema láser de Renishaw ha sido diseñado pensando en esto, e incluye una gama de maletines a elegir según el tamaño del sistema.



KIT SUPERMALETÍN



Este maletín es capaz de alojar la gama completa de ópticas y equipos del sistema láser. Esto incluye el cabezal de láser ML10, la unidad de compensación EC10 y todos los kits de ópticas, sensores, cables y la plataforma del trípode. Es extremadamente resistente, y lleva juntas contra polvo y presión, ofreciendo la mejor protección al sistema. También incluye un carro de transporte, que se fija directamente al maletín, con candado para una mayor seguridad. El trípode compacto puede ser acoplado al maletín y carro, facilitando la portabilidad de todo el sistema.

MALETÍN PEQUEÑO

Este maletín está diseñado para alojar un cabezal de láser ML10 o una unidad de compensación EC10 junto con sensores ambientales.

MALETÍN GRANDE

Este maletín puede alojar un cabezal de láser ML10, una unidad de compensación EC10 con sensores, cables, ópticas lineales, ópticas angulares y kit de planitud.

MALETÍN PARA ÓPTICAS

Este maletín puede alojar las ópticas de rectilinealidad y de cuadratura, con sus accesorios asociados.

ACCESORIOS DE CAPTURA DE DATOS

CONMUTADOR DE MANO

Este conmutador permite el accionamiento remoto del láser y la captura de datos manual. Es ideal en aplicaciones en las que el controlador de la máquina está alejado del punto de comprobación. Incluye un sistema de seguridad incorporado para evitar el accionamiento accidental, y 10 metros de cable que pueden extenderse en incrementos de 5 metros, si es necesario.



CAJA DE CONMUTACIÓN DE CUADRATURA TB10

Este dispositivo monitoriza las señales de retroalimentación de posición entre los encóderes de una máquina y su controlador, y transmite señales de activación al sistema de láser de Renishaw. Esto permite la sincronización de la captura de datos del cabezal de láser ML10 con posiciones o movimientos en una escala.

Se utiliza principalmente en aplicaciones como 'captura continua de datos' o para monitorizar errores de escala, de forma que una máquina puede recorrer un eje sin pararse para recoger datos de posición, ángulo, rectilinealidad, etc. Esta unidad, con alimentación de la red, funciona con encóderes de corriente analógicos o de cuadratura TTL y activa la medición por láser a intervalos regulares definidos por el usuario.



SISTEMA DE MEDICIÓN POR LÁSER

Interfaces del sistema

INTERFACES DE LÁSER



PCM10 - INTERFAZ PARA PC PORTÁTIL

Para maximizar la portabilidad y el rendimiento, Renishaw ha desarrollado su propio interfaz PCMCIA (PCCARD tipo II) para conectar su sistema de láser a PCs portátiles. Mientras que otros sistemas dependen de tarjetas largas de bus ISA, o puertos RS-232, más lentos, que limitan el rendimiento, el interfaz PCM10 de Renishaw soporta un enlace de 1 Mbit/seg que permite la captura de datos a 5000 lecturas/segundo, a velocidades de avance de 1 m/segundo, manteniendo a la vez una verdadera resolución de nanómetro.

No es necesario utilizar un incómodo PC de sobremesa o una 'docking station' con el interfaz PCM10 de Renishaw.

PC10 - INTERFAZ CON PC DE SOBREMESA

La tarjeta PC10 proporciona un nivel de rendimiento idéntico al interfaz PCM10 y se utiliza para la conexión con un PC de sobremesa o docking station con ranuras ISA. La tarjeta PC10 se suministra como tarjeta ISA corta.



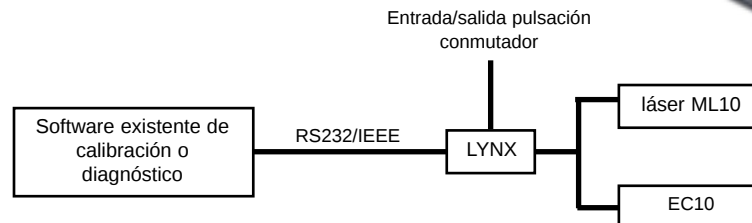
GPIB - INTERFAZ CON UN SISTEMA HP5528

Para aquellos que prefieran el software de calibración de Renishaw, pueden escoger entre utilizar el interface GPIB/ISA o GPIB/PCMCIA dependiendo de si se trata de un ordenador de sobremesa o de uno portátil.*

LX10 - INTERFAZ CON SOFTWARE HECHO A MEDIDA

El interfaz LX10 proporciona todas las ventajas del hardware del sistema de láser ML10 sin tener que modificar el software existente*. La unidad puede conmutarse para emular el HP5528 sin pérdida de resolución ni de precisión.

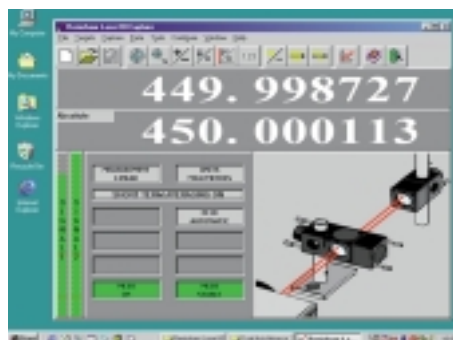
También permite conectar el sistema ML10 a un PC que no disponga de ranuras de expansión o PCMCIA libres, usando el puerto RS232 del PC.



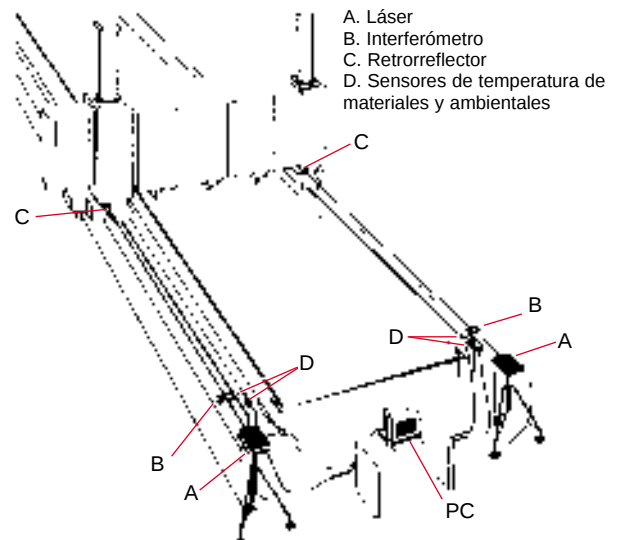
* No compatible para la medición dinámica.

CALIBRACIÓN EN EJES DUALES

En algunas instalaciones, un solo eje es controlado por dos sistemas de transmisión y dos sistemas de retroalimentación (por ejemplo, "SPAR MILL" y MMC grandes de doble barra). En este caso, una segunda tarjeta de interfaz, acoplada con software de ejes duales, permite capturar **simultáneamente** datos de ejes paralelos de forma automática.



Los datos de estos ejes se muestran y capturan simultáneamente y pueden ser analizados de manera independiente.



INTERFACES DE INSTRUMENTOS

Los interfaces de instrumentos le permiten mostrar, registrar y analizar sus datos, usando el software de calibración de Renishaw.

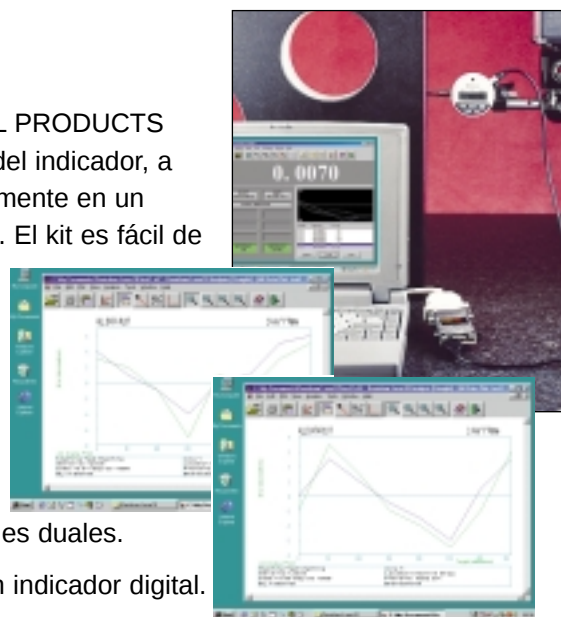
- Acceda al potente software de Renishaw para la captura de datos de angularidad, rectilinealidad y planitud cuando utilice niveles electrónicos o indicadores digitales.
- Analice los datos según normas nacionales e internacionales.
- Presentación unificada de gráficos de calibración, cualquiera que sea la técnica de medición.
- Ofrece un interfaz de usuario consistente.
- Una sola ubicación para el almacenamiento, la recuperación y las copias de seguridad de los datos.
- Aumente su elección de instrumentos de medición, asignando su método preferido a cada medición.

INTERFAZ DE INDICADOR DIGITAL

Este interfaz acepta datos tanto del indicador digital $\mu\text{MAX}\mu\text{M}$ de FEDERAL PRODUCTS como del indicador digital DIGIMATIC de MITUTOYO. Los datos de salida del indicador, a través de un interfaz especialmente desarrollado, se convierten automáticamente en un formato que puede ser utilizado por el software de calibración de Renishaw. El kit es fácil de instalar y consta de: interfaz eléctrico, cable adaptador para puerto serie, software y manual.*

Qué puede usted medir?

- **Rectilinealidad de un eje** - usando un indicador digital y una regla.
- **Cuadratura de ejes** - usando un indicador digital y una escuadra.
- **Giro de ejes** - usando dos indicadores digitales, regla y software de ejes duales.
- **Pruebas de repetibilidad, holgura y expansión lineales** - usando un indicador digital.



INTERFAZ PARA AMPLIFICADOR 832 DE FEDERAL PRODUCTS

Este interfaz acepta datos de un amplificador de la SERIE 832 DE FEDERAL PRODUCTS y sus niveles electrónicos y galgas asociados. Los datos de salida del amplificador se transfieren directamente al software de calibración de Renishaw vía puerto serie de un PC y software especial de interpretación. El kit consta de: cable adaptador para puerto serie, software y manual del usuario.*

Qué puede usted medir?

- **Rectilinealidad de un eje** - usando una galga electrónica y una regla.
- **Cuadratura de ejes** - usando una galga electrónica y una escuadra.
- **Cabeceo y giro del eje horizontal** - usando niveles electrónicos.
- **Cabeceo y ladeo del eje vertical** - usando niveles electrónicos.
- **Giro del eje vertical** - usando dos galgas electrónicas y una regla.
- **Planitud de superficies** - usando niveles electrónicos.



*Nota: Estos interfaces no incluyen instrumentos de otros fabricantes ni el software de calibración de Renishaw, que puede ser adquirido por separado.

LA COMPROBACIÓN RÁPIDA CON POTENTES RESULTADOS

Muchos usuarios de máquinas de todo el mundo consideran al QC10 ballbar como una solución revolucionaria a la comprobación REGULAR del rendimiento de las máquinas.

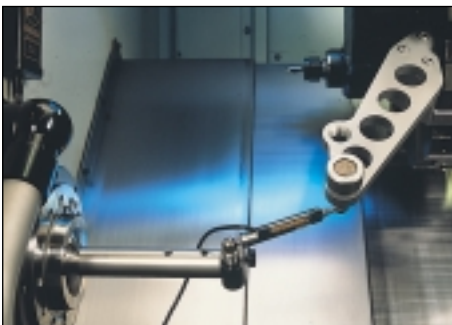
- Verificar el rendimiento de las máquinas
- Conseguir las tolerancias de fabricación
- Clasificar/comparar máquinas
- Monitorización de condición
- Pruebas de aceptación de máquinas nuevas
- Mantenimiento predictivo

1. Configuración



- La configuración es rápida y fácil.
- El QC10 ballbar se monta entre dos articulaciones magnéticas repetibles.
- Se requiere un sencillo comando de programa G02 y G03 para la prueba.

ACCESORIOS DEL BALLBAR



El **adaptador de torno de 360°** permite utilizar el ballbar en tornos CNC más grandes y permite un diagnóstico completo y automático.



Para las máquinas más pequeñas, el **kit de accesorios para círculos pequeños** permite comprobar máquinas CNC con un recorrido de eje más corto. Además, proporciona un análisis mejorado de sistemas de control por servo en la mayoría de los tipos de máquina.

Para máquinas CNC de 2 ejes, se utiliza un montaje especial con centro



retráctil, el **adaptador VTL**. Esto permite que las máquinas típicas de 2 ejes, como posicionadoras, máquinas de corte por láser y tornos verticales, etc., se beneficien del diagnóstico ballbar.

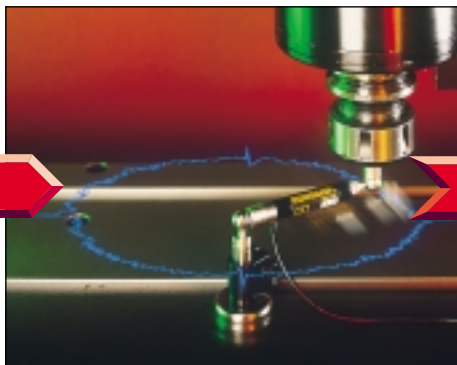
Usando las **barras de extensión** suministradas, el ballbar puede realizar una amplia selección de pruebas, con radios de 100mm a 600mm.



El QC10 ballbar, calibrado por láser, asegura resultados muy exactos, y cuando se utiliza en combinación con el **calibrador Zerodur®**, el ballbar puede medir el radio absoluto del recorrido de una herramienta. Está especialmente indicado para diagnosticar errores de cabeceo, distorsión térmica y los efectos de la interpolación de alta velocidad en la precisión de una máquina.

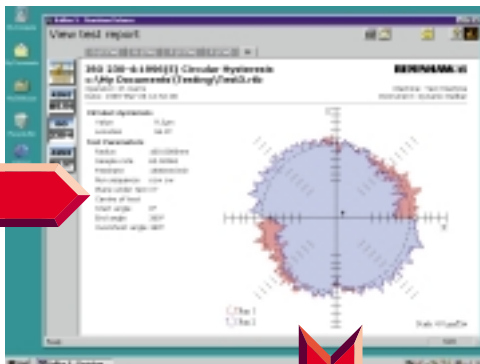
Zerodur es una marca registrada de Schott Glass Technologies Inc.

2. Captura



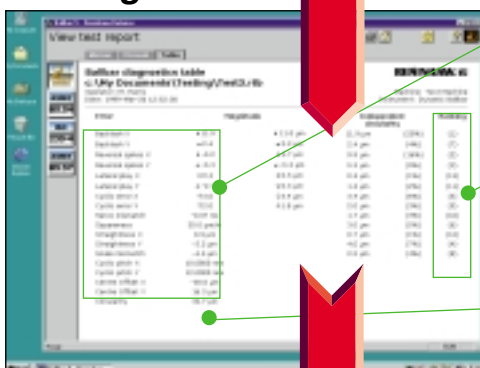
- Durante la calibración, la máquina se programa para realizar dos arcos circulares consecutivos. Una prueba se realiza en el sentido de las agujas del reloj, la otra en sentido contrario.
- El QC10 ballbar mide con precisión cualquier desviación en el radio del círculo durante la prueba.

3. Analizar



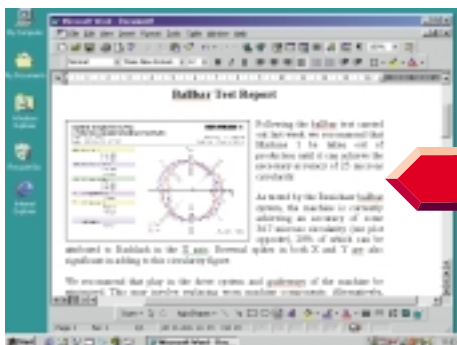
- Los datos del QC10 ballbar se envían directamente a un PC vía cable RS-232 estándar.
- El software de Renishaw analiza los datos de acuerdo a las normas de rendimiento de máquinas ISO 230-4 o ANSI B5.54.

4. Diagnosticar



- El potente análisis por software permite diagnosticar características de error específicas de la máquina.
- Cada error se clasifica según su importancia para la precisión global de la máquina.
- La precisión global de la máquina se evalúa mediante un valor de circularidad.

6. Informar



- Pueden generarse informes profesionales para facilitar su referencia futura.



5. Arreglar



- La identificación de fallos específicos en una máquina permite un mantenimiento eficiente y dirigido, minimizando por tanto el tiempo muerto.
- El manual de diagnóstico del QC10 ballbar explica las posibles causas de cada tipo de error de la máquina y ofrece consejos sobre su rectificación.

ESPECIFICACIONES	MÉTRICO	IMPERIAL
Resolución	0,1 µm	4 µ"
Precisión del sensor del ballbar	± 0.5 µm (a 20 °C)	± 20 µ" (a 68 °F)
Velocidad máxima de muestreo	250 valores por segundo	
Barras de extensión disponibles*	50, 150, 300 mm	1.97, 5.9, 11.8"
Rango de operación	0-50 °C	32-122 °F
Precisión del calibrador 20 °C (68 °F)	± 1 µm (100 mm) ± 1 µm (150 mm) ± 1,5 µm (300 mm)	40 µ" (3.94") 40 µ" (5.9") 60 µ" (11.8")
* Barras de extensión más largas disponibles bajo pedido especial		

GALGA DE COMPROBACIÓN DE MÁQUINAS

UNA RÁPIDA ALTERNATIVA A LOS BALLBAR DE LONGITUD FIJA

La galga de comprobación de máquinas (MCG) de Renishaw permite realizar comprobaciones puntuales rápidas y eficaces del rendimiento de una CMM, tal y como se recomienda en muchas normas internacionales. Proporciona una evaluación rápida y automática de las capacidades de la máquina y también puede utilizarse para la caracterización de la máquina.

PRINCIPIO DE LA PRUEBA

El brazo contrapesado tiene un asiento que se sitúa sobre una bola de precisión de rubí en un pilar ajustable. El asiento permite que el brazo pivote con gran precisión, 360° horizontalmente y $\pm 45^\circ$ verticalmente. En el extremo del brazo hay un segundo punto de medición, formado por las dos varillas y la bola de metal duro del brazo, y un palpador especialmente calibrado que se acopla a una sonda Renishaw. El brazo es capaz de describir una esfera truncada de radio R (ver ilustración) alrededor del pivote.

Puesto que el brazo es de longitud constante, cualquier desviación de R es una indicación del rendimiento de medición volumétrica de la CMM. También puede determinarse la repetibilidad realizando múltiples pruebas y comparando los valores de radio medidos en las mismas posiciones.

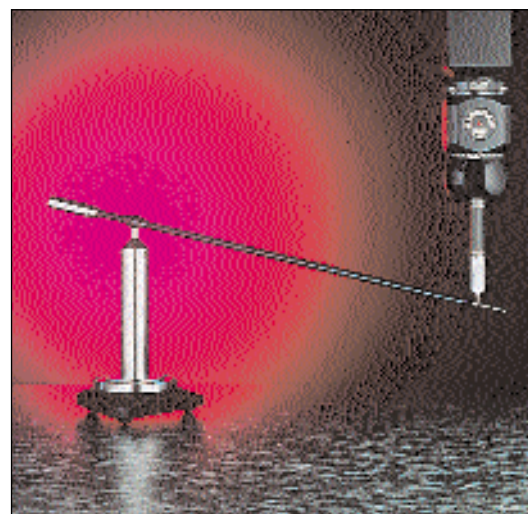
Cada longitud de los cuatro brazos disponibles está especialmente equilibrada para dar una fuerza descendente de 2 gm en el extremo de medición. Esto permite que el brazo se mueva sin señales falsas. El brazo es compatible con una serie de sondas de contacto (ver ilustración). También se suministra una selección de pilares de diferentes alturas.

REALIZACIÓN DE LA PRUEBA

Se toma un total de ocho mediciones en cada uno de tres planos. Estos tres planos corresponden a elevaciones de brazo de -45° , 0° y $+45^\circ$. Las mediciones se repiten dos veces más para obtener valores de repetibilidad. Esto da un total global de 72 mediciones para una prueba completa de precisión volumétrica.

EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS

Después de recoger los datos, se determina el rendimiento de medición volumétrica calculando la diferencia entre las desviaciones máximas.



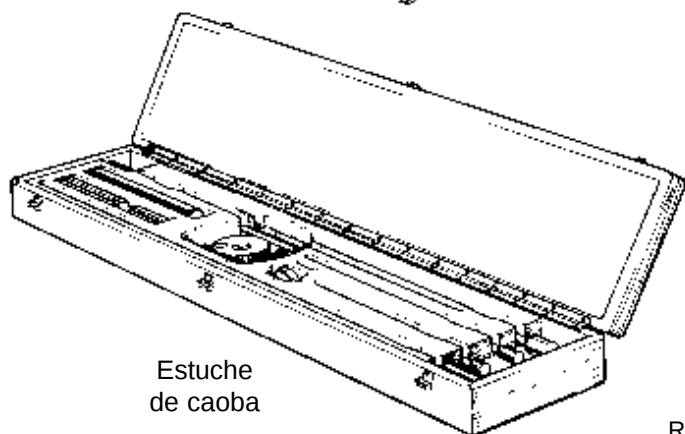
CUMPLIMIENTO DE NORMAS

La galga de comprobación de máquinas cumple el estándar británico BS EN ISO 10360-2.

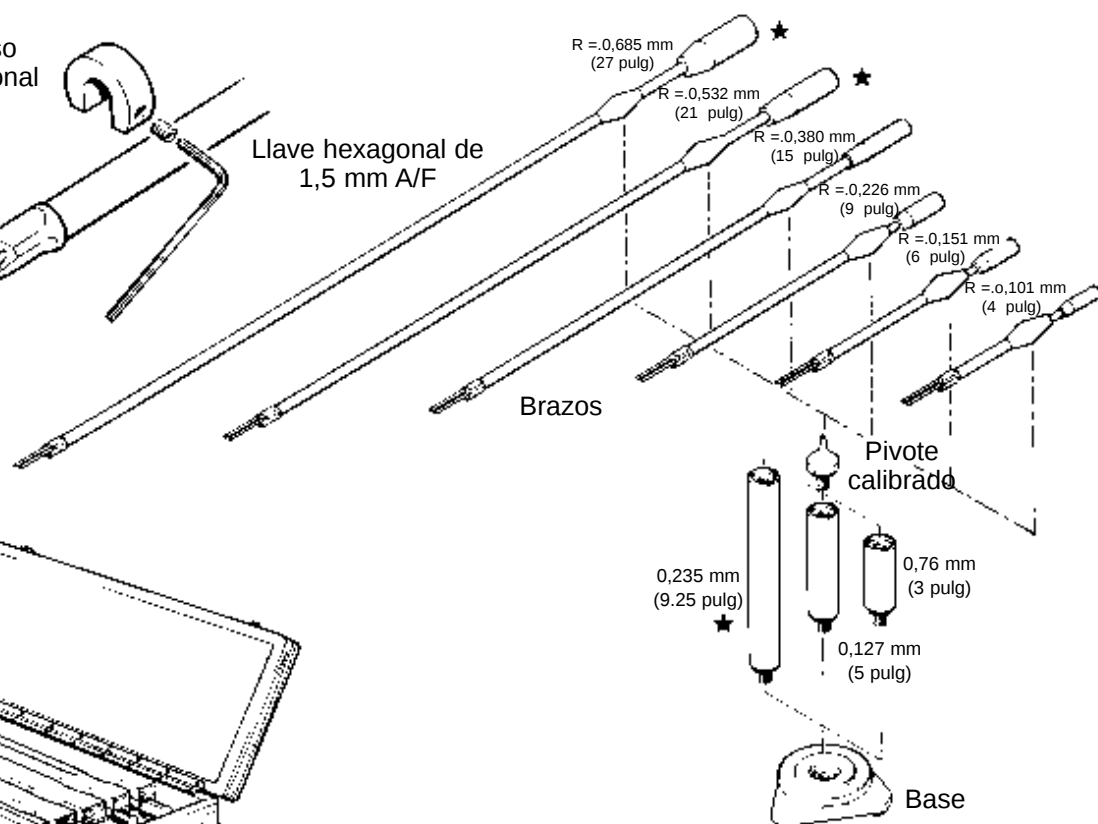
Pueden utilizarse palpadores calibrados especiales con TP1, TP2, TP20, TP6, TP6A, MIP y PH50 con adaptadores apropiados

Peso adicional

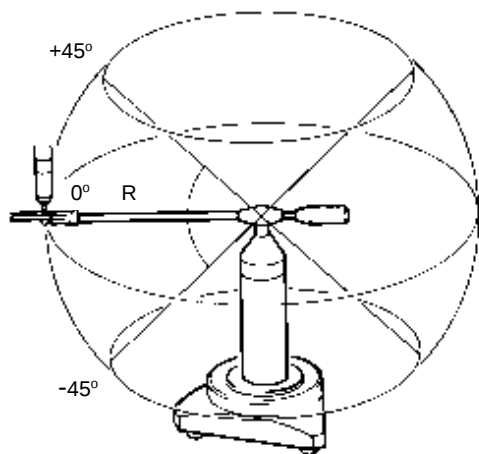
Llave hexagonal de 1,5 mm A/F



Estuche de caoba



R = radio desde el pivote calibrado hasta el centro de la bola del palpador.
★ Estos elementos están incluidos solamente en el kit MCG2.

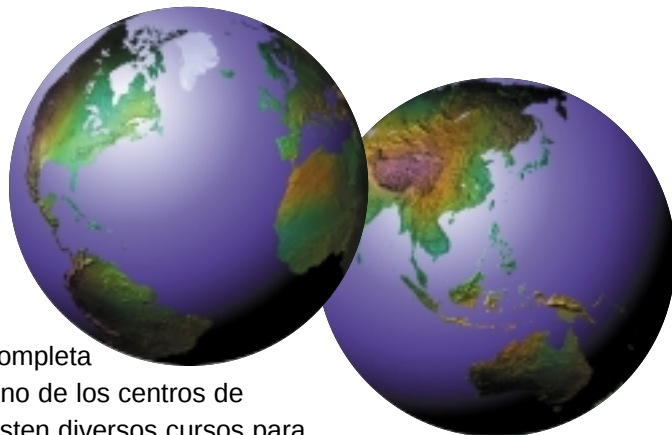


ESPECIFICACIONES	MCG1	MCG2
Adecuado para..	Máquinas pequeñas - hasta 1 m ³ (35,315 pies ³)	Máquinas grandes - mayores de 1 m ³ (35,315 pies ³)
Rango de medición (vertical) (horizontal)	± 45° 360°	
Error total de la galga	± 0,5 µm (±0.00002 pulg)	

SERVICIO Y SOPORTE

SERVICIO EN TODO EL MUNDO

Renishaw está presente en todos los principales mercados, con distribuidores autorizados en otras zonas clave del mundo. Si surge cualquier pregunta o problema, nuestro personal especializado está allí para proporcionar servicio y soporte.



FORMACIÓN



Está disponible formación completa para usuarios, in situ o en uno de los centros de formación de Renishaw. Existen diversos cursos para principiantes, y se celebran cursos de refresco, sesiones para grupos de usuarios y seminarios a intervalos regulares.

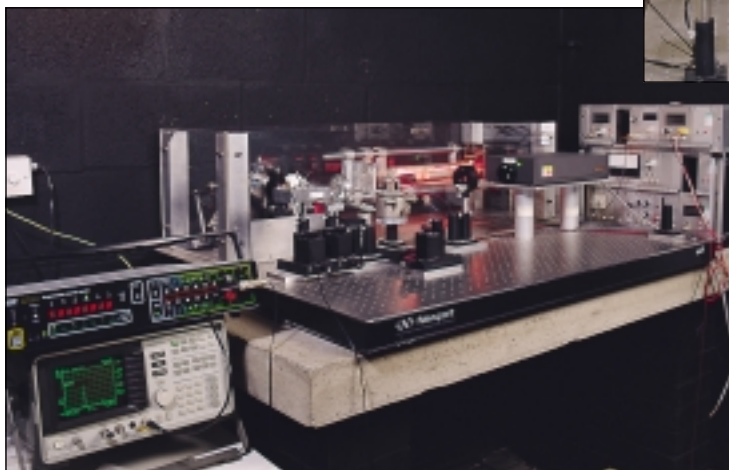
Con cada sistema se suministra un manual de usuario, que contiene procedimientos de configuración en texto e ilustrados, consejos de calibración e información sobre el análisis.



Se incluyen procedimientos paso a paso para cada operación de calibración para garantizar el máximo aprovechamiento del aprendizaje.

CALIBRACIÓN

La calibración de productos, realizada por Renishaw, está referenciada por el National Physical Laboratory (NPL) del Reino Unido, usando nuestro sistema propio de calibración por láser patrón certificado, y nuestros equipos de medición ambiental certificados por NAMAS.



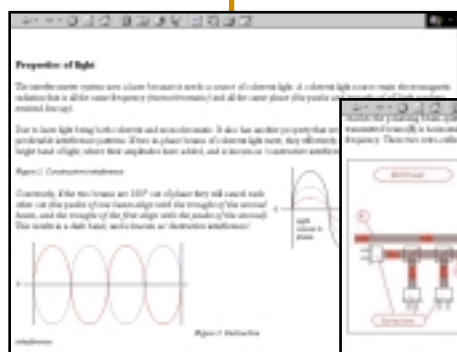
PÁGINA WEB

Para obtener la información más reciente sobre los productos de calibración de Renishaw, y todas las demás líneas de productos, visítenos en la Web en:

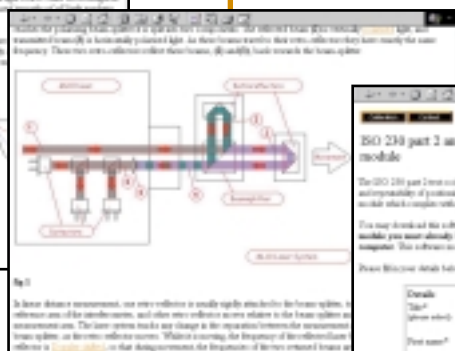
www.renishaw.com

Calibration

Haga clic en nuestra sección de calibración para saber más sobre los productos ...



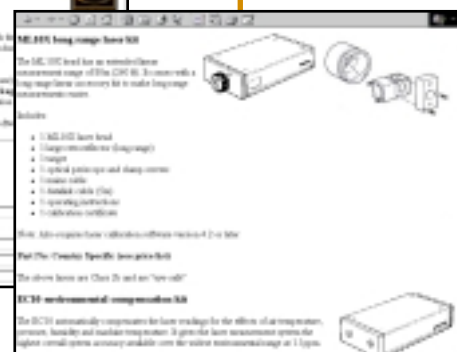
... aprender sobre la tecnología



... descargar actualizaciones de software



... ver nuestro catálogo ilustrado en línea para detalles sobre códigos de pieza y kits especiales.



Soluciones globales de Renishaw

Renishaw es un reconocido líder mundial en metrología, proporcionando soluciones rentables y de alto rendimiento para mediciones y mejoras de productividad. Una red mundial de empresas filiales y distribuidores proporciona un servicio y soporte excepcionales a sus clientes.

Renishaw diseña, desarrolla y fabrica productos que cumplen la norma ISO 9001.

Renishaw proporciona soluciones innovadoras con los siguientes productos:

- Sistemas de sonda para la inspección de CMM (máquinas de medición de coordenadas).
- Sistemas para la preparación de trabajos, reglaje de herramientas e inspección de piezas en máquinas-herramienta.
- Sistemas de copiado y digitalización.
- Sistemas láser y de ballbar automatizado para la medición de rendimiento y la calibración de máquinas.
- Encóderes para retroalimentación de posicionamiento de alta precisión.
- Sistemas espectroscópicos para el análisis no-destrutivo de materiales en laboratorios y entornos de proceso.



Distribuidor autorizado



Renishaw plc, New Mills, Wotton-under-Edge, Gloucestershire,
GL12 8JR, United Kingdom
Tel: +44 (0) 1453 524524
Fax +44 (0) 1453 524901



Renishaw Inc. 623 Cooper Court, Schaumburg,
Illinois 60173, USA
Tel +1 847 843 3666
Fax +1 847 843 1744



Renishaw K. K. Across City Nakano-Sakaue,
38-1, Chuo 1-chome, Nakano-ku, Tokyo 164-0011, Japan
Tel +81 3 5332 6021
Fax +81 3 5332 6025



Renishaw GmbH Karl-Benz Straße 12,
D 72124 Pliezhausen, Germany
Tel +49 71 27/97960
Fax +49 71 27/88237



Renishaw S.A. 15 rue Albert Einstein, Champs sur Marne,
77437 Marne la Vallée, Cedex 2, France
Tel +33 1 64 61 84 84
Fax +33 1 64 61 65 26



Renishaw S.p.A. Via dei Prati 5, 10044 Pianezza,
Torino, Italy
Tel +39 011 966 10 52
Fax +39 011 966 40 83



Renishaw Iberica S.A. Edificio Océano, Calle Garrotxa 10-12,
Parque Más Blau, 08820 Prat de Llobregat, Barcelona, Spain
Tel +34 93 478 21 31
Fax +34 93 478 16 08



Renishaw A.G. Poststrasse 5, CH 8808 Pfäffikon, Switzerland
Tel +41 55 410 66 66
Fax +41 55 410 66 69



Renishaw (Hong Kong) Ltd. Unit 4A, 3/F, New Bright Building,
11 Sheung Yuet Road, Kowloon Bay, Hong Kong
Tel +852 2753 0638
Fax +852 2756 8786



Renishaw Latino Americana Ltda. Calçada dos Crisântemos, 22
Centro Comercial de Alphaville,
C.e.p. 06453-000, Barueri-SP, Brazil
Tel +55 11 7295 2866
Fax +55 11 7295 1641

Renishaw's Representative Offices



The Peoples' Republic of China, Beijing
Tel +86 10 6410 7993
Fax +86 10 6410 7992



The Peoples' Republic of China, Shanghai
Tel +86 21 6218 5183
Fax +86 21 6218 5193



Singapore
Tel +65 8975466
Fax +65 8975467



Indonesia, Jakarta
Tel +62 21 428 70153
Fax +62 21 424 3934



Australia, Melbourne
Tel +61 3 9553 8267
Fax +61 3 9592 6738

Renishaw's Liaison Offices



India, Bangalore
Tel +91 80 5095419
Fax +91 80 5095421



South Korea, Seoul
Tel +82 2 565 6878
Fax +82 2 565 6879

RENISHAW®

email: genenq@renishaw.com
Internet: <http://www.renishaw.com>