

# Los encóderes incrementales aumentan la eficiencia en el consumo de combustible de las turbinas aeronáuticas



**Cliente:**  
HAESL

**Sector:**  
Aeroespacial

**Objetivo:**

Optimizar el consumo de combustible de las turbinas aéreas con juntas con diseño de panel de abeja.

**Solución:**

La serie de encóderes TONiC™ para mejorar el rendimiento de posición de estabilidad y repetibilidad.

¿Qué grado de eficiencia tiene una línea aérea comercial en el consumo de combustible? Un Boeing 747 consume aproximadamente 15 litros de combustible por Km, o un total de 98 toneladas en un vuelo entre Londres y Hong Kong, un coste considerable para una aerolínea.

La junta con diseño de panel de abeja es un componente muy utilizado que ha demostrado una mejora en la eficacia de consumo de combustible en las turbinas aeronáuticas, no obstante, la medición de este tipo de juntas supone un gran reto técnico. HAESL (Hong Kong Aero Engine Services Limited) cree que ha superado este reto con la incorporación de los encóderes incremental y rotativo (angular) TONiC™ de Renishaw, que incorpora el nuevo sistema de medición de junta de sellado óptica (SRMS).

Eric Lau, ingeniero jefe, con 20 años de antigüedad en HAESL, y el ingeniero Raymond Siu explican: "SRMS es un sistema de desarrollo conjunto de HAESL y la Universidad Politécnica de Hong Kong (PolyU), que ha transformado el método de inspección de la estructura de panel. Antes de SRMS, las mediciones de los anillos se realizaban manualmente con calibres vernier, un procedimiento muy lento que depende en gran medida de la experiencia del operario.

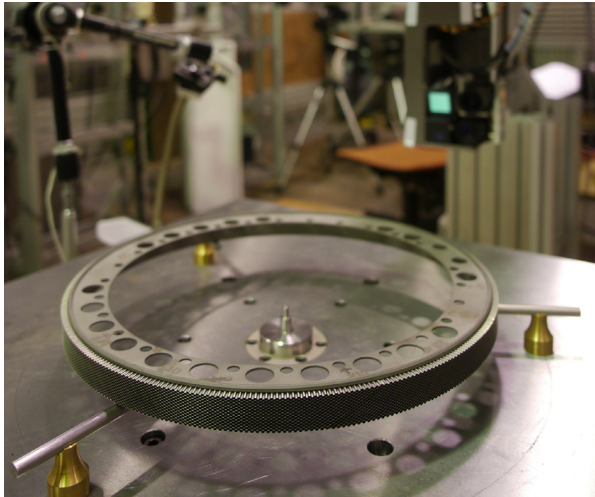
Este nuevo sistema ha cambiado el método completamente. SRMS no solo es más rápido, ya que aumenta la eficacia del trabajo en un 50%, si no que mantiene la uniformidad de los resultados al eliminar el error humano".

Los encóderes de la serie TONiC™ de Renishaw ofrecen una excelente inmunidad a la suciedad, y su tamaño compacto y facilidad de instalación nos aporta una gran flexibilidad en el diseño de sistemas.

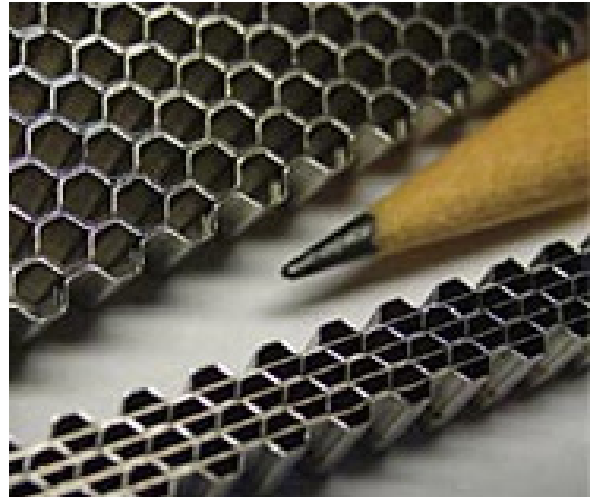
**HAESL (Hong Kong)**

## Junta con diseño de panel

Las juntas con diseño de panel se ajustan en los anillos de montaje yuxtapuestos a los álabes de la turbina. Su función es sellar el espacio radial entre los álabes rotatorios y la pared de la turbina para optimizar el consumo de combustible y la vida útil de la turbina aeroespacial. No obstante, los álabes de rotor se expanden a medida que aumenta la temperatura de funcionamiento. La junta con diseño de panel proporciona una superficie desechable de contacto entre los álabes rotatorios y la junta, de forma que se preserva la integridad de los álabes y la pared de la turbina. El tamaño de la célula hexagonal del anillo depende de las medidas de álabes de rotor; generalmente, el diámetro de la célula varía entre 0,8 y 3 mm, con una profundidad de 13 mm.



Junta con diseño de panal de abeja



El diseño de panal de abeja

## Rendimiento de confianza

Patrick Ng, jefe de diseño de SRMS: “La combinación del cabezal de medición óptico integrado, los ejes de cremallera, los servomotores y la mesa giratoria codificada, crea un sistema fiable y preciso, sin mantenimiento. Al contrario que los sistemas de inspección convencionales, SRMS utiliza tecnologías de inspección ópticas y sin contacto para afrontar los problemas de medición de la junta más habituales en el sector. El enfoque de Renishaw es sencillo. Ya habíamos utilizado los encóderes de Renishaw en otros proyectos anteriores con mucho éxito, por lo que ya conocíamos su alta calidad y fiabilidad. Los encóderes de la serie TONiC de Renishaw ofrecen una excelente inmunidad a la suciedad, y su tamaño compacto y facilidad de instalación nos aporta una gran flexibilidad en el diseño de sistemas. Se instalan dos encóderes TONiC en los ejes lineales de la plataforma X-Y de SRMS, y su rendimiento excepcional solo es superado por su excelente servicio técnico”.

El Sr. Ng continúa: “La colocación del anillo en la posición correcta en la mesa giratoria es crucial, ya que afecta directamente a los resultados de medición. Tras comparar distintas marcas, hemos comprobado que Renishaw ofrece la mejor relación precio-rendimiento.

Para asegurar una rotación suave y uniforme, es importante un error cíclico bajo, y TONiC lo consigue”.

El sistema de encóder angular TONiC RESM de Renishaw ofrece un error cíclico ultra-bajo de  $\pm 30$  nm, con una resolución de hasta 86,4M CPR (posiciones por revolución), suficiente para la mayoría de los requisitos más exigentes. El diseño de baja masa e inercia de la regla de anillo de alta precisión proporciona un mejor rendimiento dinámico, mientras que la cabeza lectora, con ópticas de filtrado de baja interferencia (fluctuación), aumenta el rendimiento de posición de estabilidad y repetibilidad.

## Fácil instalación

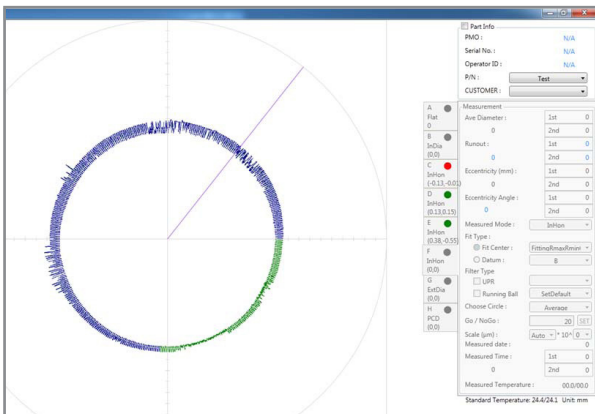
Todas las reglas de anillo de Renishaw disponen de montaje en cono, que reduce el mínimo los errores de instalación y simplifica la integración. “El montaje en cono es una de las características más atractivas de los encóderes de Renishaw. Ahorra tiempo y reduce la carga de trabajo al corregir la excentricidad de rotor”, comenta el Sr. Ng. Todas las cabezas lectoras están equipadas con un innovador LED de instalación integrado que agiliza el proceso y hace innecesario el uso de osciloscopios y otros complicados equipos externos de configuración.

## Diseño de máquina innovador

SRMS es un sistema de medición óptica de alta precisión que mide la redondez, la planitud y el PCD (Diámetro del Círculo de Paso) de los orificios de los anillos de las juntas mediante modos de cambio en su mando de control remoto. El sistema se compone de tres módulos principales: la mesa giratoria, el cabezal de medición óptico integrado en la consola principal y la consola de software.

El Sr. Ng explica: “El cabezal de medición de SRMS tiene integrado un sensor de desplazamiento láser (LDS) de clase 3R y una cámara industrial, que se desplaza horizontal (X) y verticalmente (Y) en la consola principal.

“El láser realiza mediciones de redondez interna y externa, mientras la cámara obtiene imágenes de los agujeros alrededor del PCD y facilita el control remoto de la posición del punto láser en LDS. De este modo, se consigue una mejora de la precisión de medición que el sistema de inspección no podía facilitar”.



Interfaz gráfica de usuario del software

El operario coloca el anillo de la junta para la inspección en la mesa giratoria, con una tolerancia de posición de  $\pm 2$  mm en toda la función de autocentrado integrada. A continuación, selecciona el tipo de anillo correspondiente en la biblioteca y empieza la medición. El cabezal de medición permanece estático para capturar y enviar los datos a la consola de software para su procesamiento. Las lecturas de medición individuales de la cabeza lectora se asocian a los datos de posición de la mesa giratoria correspondientes desde el encóder y, a continuación, se post-procesan para calcular una medición geométrica integral de la muestra.

## Aumento de la fiabilidad de la Máquina-Herramienta

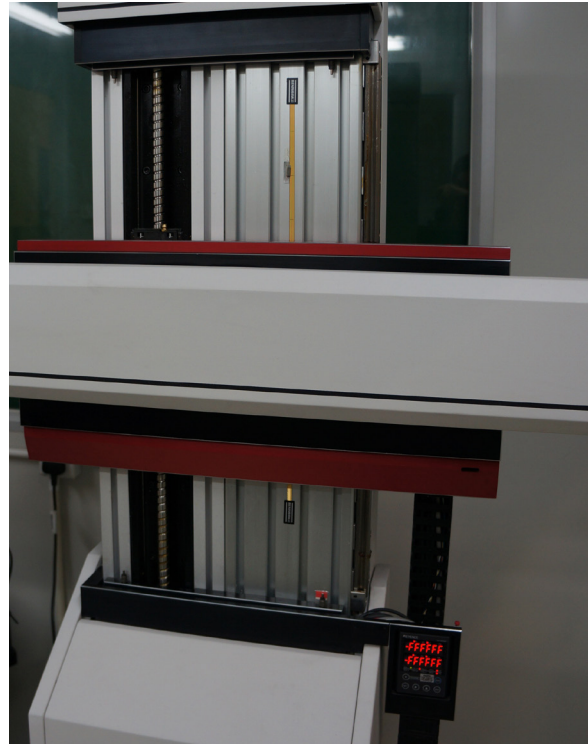
Además de SRMS, equipado con los encóderes de Renishaw, HAESL utiliza el ballbar QC10 de Renishaw para evaluar el rendimiento de la Máquina-Herramienta: “El ballbar nos permite detectar los problemas anticipadamente para programar el mantenimiento preventivo. De este modo, reducimos el tiempo improductivo y aseguramos la precisión de las piezas fabricadas. Ahora estamos considerando actualizar el sistema con el último modelo de ballbar inalámbrico QC20-W, que dispone de funciones más avanzadas, como conexión inalámbrica Bluetooth, ensayo de ‘arco parcial’ y configuración individual de ensayos de tres planos” comenta Eric Lau.

Para la inspección de piezas, HAESL utiliza también la sonda de disparo por contacto de alta precisión TP200 de Renishaw con el sistema de cabezal motorizado de sonda PH10 en su sistema de medición por coordenadas (MMC). Raymond Siu explica: “La inspección de un proceso de gran importancia, imprescindible en el sector aeronáutico. Como líder indiscutible del sector de tecnología de inspección en MMC, Renishaw es sin duda nuestra primera opción”.

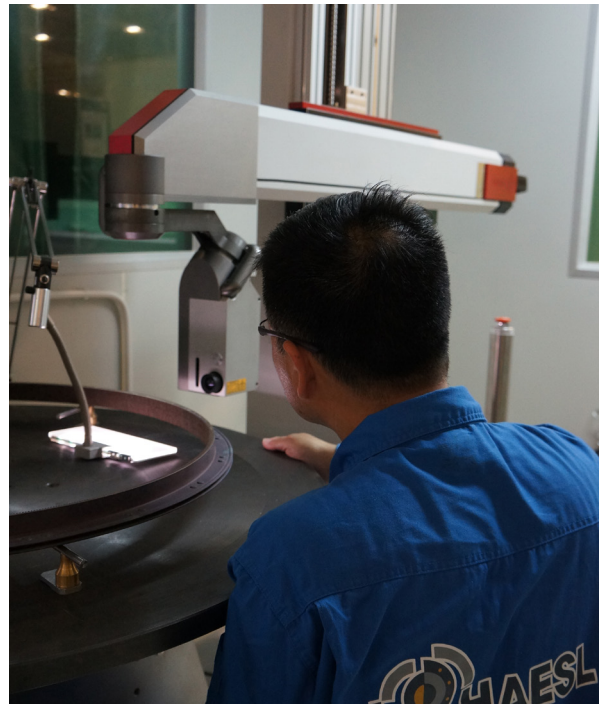
## Acerca de HAESL

HAESL, con sede en Hong Kong, es un proyecto conjunto entre Hong Kong Aircraft Engineering Company Ltd (HAECO), Rolls Royce plc y SIA Engineering Company (SIAEC). La organización proporciona servicios especializados de ajuste y reparación de componentes de turbinas aeronáuticas para las aerolíneas más prestigiosas del mundo, que equipan sus flotas de aviones Airbus y Boeing con turbinas Rolls-Royce.

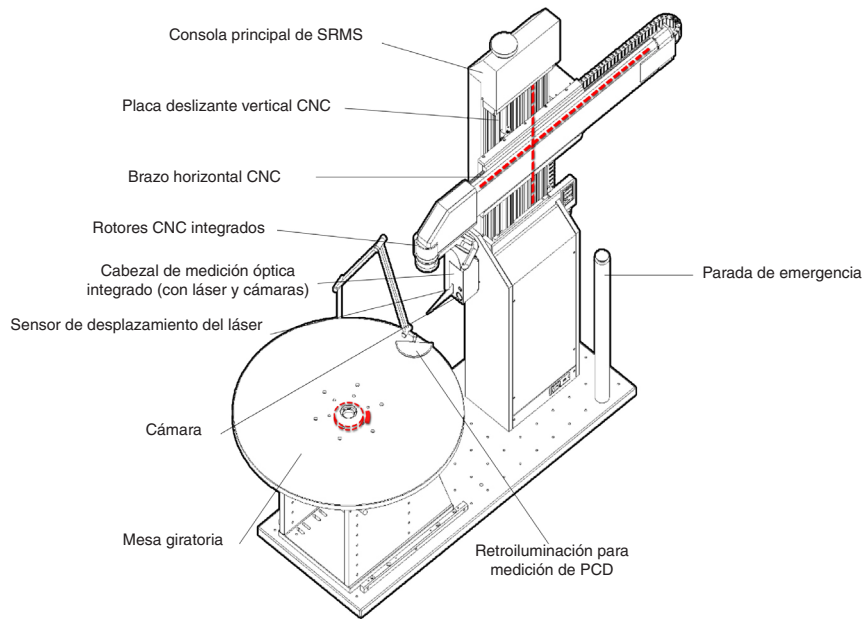
Con más de 35 años de experiencia en el sector, HAESL es en la actualidad una de las empresas de ingeniería más respetadas por la alta calidad y gran variedad de los servicios de reparación y ajuste que ofrece a sus clientes en todo el mundo. Desde 2002, HAESL colabora estrechamente con la Universidad Politécnica de Hong Kong (PolyU) en muchos de los proyectos conjuntos y programas de formación personalizados para actualizaciones tecnológicas en el sector aeronáutico.



Sistema de encóder TONiC en SRMS



Sistema de inspección SRMS



Sistema de medición de junta de sellado óptica (SRMS)

Para obtener más información, visite [www.renishaw.es/haesl](http://www.renishaw.es/haesl)

**Renishaw Ibérica, S.A.U.**

Gavà Park, C. de la Recerca, 7  
08850 GAVÀ  
Barcelona, España

T +34 93 663 34 20  
F +34 93 663 28 13  
E [spain@renishaw.com](mailto:spain@renishaw.com)  
[www.renishaw.es](http://www.renishaw.es)

Para consultar los contactos internacionales, visite [www.renishaw.es/contacto](http://www.renishaw.es/contacto)

RENISHAW HA TOMADO TODAS LAS MEDIDAS NECESARIAS PARA GARANTIZAR QUE EL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SEA CORRECTO Y PRECISO EN LA FECHA DE LA PUBLICACIÓN, NO OBSTANTE, NO OFRECE NINGUNA GARANTÍA NI DECLARACIÓN EN RELACIÓN CON EL CONTENIDO. RENISHAW RECHAZA LAS RESPONSABILIDADES LEGALES, COMO QUIERA QUE SURJAN, POR LAS POSIBLES IMPRECIIONES DE ESTE DOCUMENTO.

© 2017-2020 Renishaw plc. Reservados todos los derechos.

Renishaw se reserva el derecho de realizar modificaciones en las especificaciones sin previo aviso.

RENISHAW y el símbolo de la sonda utilizados en el logotipo de RENISHAW son marcas registradas de Renishaw plc en el Reino Unido y en otros países.

apply innovation y los nombres y designaciones de otros productos y tecnologías de Renishaw son marcas registradas de Renishaw plc o de sus filiales. Todas las marcas y nombres de producto usados en este documento son nombres comerciales, marcas comerciales, o marcas comerciales registradas de sus respectivos dueños.



H - 3 0 0 0 - 1 3 0 9 - 0 1

Nº de referencia: H-3000-1309-01-A

Edición: 05.2020