# Incrementele encoders helpen mee het brandstofverbruik van vliegtuigmotoren te optimaliseren

**Hoe energiezuinig is een vliegtuig? Een Boeing 747 verbruikt ongeveer 14 liter brandstof per kilometer, ofwel zo'n 136.000 liter (98 ton) op een vlucht van Londen naar Hongkong. Dat zijn flinke kosten voor een luchtvaartmaatschappij. Een honingraatafdichting is een veelgebruikt onderdeel, dat bewezen heeft het brandstofverbruik van vliegtuigmotoren te optimaliseren. Maar het meten van deze afdichtingen is technisch niet zo eenvoudig. HAESL (Hongkong Aero Engine Services Limited) heeft dat echter opgelost door Renishaw TONiC incrementele lineaire en roterende (hoek)encoders op te nemen in hun nieuwe optische systeem SRMS voor het meten van afdichtringen.**

Senior engineer Eric Lau, die al bijna 20 jaar bij HAESL werkt, en engineer Raymond Siu leggen uit: "Het systeem SRMS heeft HAESL gezamenlijk ontwikkeld met de Hongkong Polytechnic University ofwel PolyU, en betekent een heel andere manier van de honingraten inspecteren. Eerst gebruikten we schuifmaten om de ringen met de hand te meten, wat veel tijd kost en afhankelijk is van de vaardigheid en ervaring van de operator. Dit nieuwe systeem heeft dat allemaal veranderd. Het SRMS is niet alleen sneller, zodat we nu 50% efficiënter werken, maar levert ook consistente resultaten doordat de menselijke fout geëlimineerd is."

## Honingraatafdichtingen

De honingraatafdichtingen worden aangebracht in montageringen, die vlakbij de turbineschoepen worden geplaatst. Ze dichten de radiale opening af tussen de roterende schoepen en de turbinewand, om zowel het brandstofverbruik als de levensduur van de vliegtuigmotor te optimaliseren. De rotorschoepen zetten echter uit naarmate de werktemperatuur stijgt. Daarom heeft de honingraatafdichting een extra oppervlaktelaagje waar de roterende schoepen zich doorheen kunnen snijden. Zo blijft de integriteit van de schoepen en de turbinewand behouden. De grootte van de zeshoekige ringcellen hangt af van de afmetingen van de rotorschoepen. Meestal hebben de cellen een diameter tussen 0,8 en 3 mm en dieptes tot 13 mm.

## Betrouwbare werking

Patrick Ng is de hoofdontwerper van het SRMS: "De combinatie van een geïntegreerde optische meetkop, assen met kogelomloop, servomotoren en een draaitafel met encoder heeft een nauwkeurig, betrouwbaar en onderhoudsvrij systeem opgeleverd. In tegenstelling tot traditionele tastersystemen maakt SRMS gebruik van contactloze en optische inspectietechnologie om de meest gebruikelijke meetproblemen bij afdichtringen aan te pakken. De keuze voor Renishaw lag voor de hand. Vanuit projecten in het verleden hadden we al ervaring met encoders van Renishaw, dus we kenden hun hoge betrouwbaarheid en kwaliteit. Renishaws serie TONiC encoders is uitstekend bestand tegen vuil, en de compacte maten en het eenvoudige installeren gaven ons veel flexibiliteit bij het ontwerpen. Twee TONiC encoders zijn aangebracht op de lineaire assen van de XY-tafel van het SRMS. Hun prima functioneren wordt alleen maar overtroffen door de buitengewone ondersteuning.`

En Patrick Ng vervolgt: "De ring in de juiste positie op de draaitafel plaatsen is essentieel; dat heeft een direct effect op het meetresultaat. We hebben verschillende merken vergeleken, maar Renishaw had de beste prijs-kwaliteitverhouding. Voor een soepele en stabiele rotatie moet de cyclische fout klein zijn, en de TONiC kan dat realiseren."

Het Renishaw TONiC RESM hoekencodersysteem biedt ultralage cyclische fouten van rond de ±30 nm en resoluties tot 86,4 miljoen pulsen per omwenteling, voldoende voor de meest veeleisende toepassingen. De zeer nauwkeurige ringschaal heeft weinig massa en een laag massatraagheidsmoment voor betere dynamische eigenschappen. De leeskop is voorzien van filteroptieken voor lage ruis (jitter), die de positiestabiliteit en herhaalbaarheid nog verder verbeteren.

## Gemakkelijk te installeren

Alle Renishaw ringschalen hebben een gepatenteerde conusbevestiging die installatiefouten minimaliseert en de inbouw vereenvoudigt. "De conische bevestiging is een van de aantrekkelijke eigenschappen van de Renishaw encoders. Die bespaart ons tijd en moeite, aangezien hij de rotorexcentriciteit corrigeert", aldus Patrick Ng. Elke leeskop heeft bovendien een innovatieve ingebouwde set-up LED, die het installeren versnelt en gecompliceerd afzonderlijk instelgereedschap of oscilloscopen overbodig maakt.

## Geavanceerd machineontwerp

Het SRMS is een zeer precies optisch meetsysteem dat ontworpen is voor het meten van de rondheid, vlakheid en steekcirkeldiameter van de gaten in de afdichtringen, via een bedieningspaneel op afstand. Dit systeem bestaat uit drie modules: de draaitafel, de geïntegreerde optische meetkop op een hoofdconsole, en de softwareconsole.

Patrick Ng legt uit: "De meetkop van ons SRMS bevat een ingebouwde zeer nauwkeurige klasse 3R laserverplaatsingssensor (LDS), en een industriële camera die op de hoofdconsole horizontaal (X) en verticaal (Y) beweegt. De laser neemt metingen op voor interne en externe rondheid, terwijl de camera opnames maakt van de gaten op de steekcirkel en monitoring op afstand biedt van de laserpuntpositie. Dit resulteert in een verbetering van de meetprecisie die met het tastersysteem niet mogelijk was."

Een operator plaatst de te inspecteren afdichtring op de draaitafel, met een plaatsingstolerantie van ±2 mm dankzij de ingebouwde zelfcentrerende functie. Daarna selecteert de operator in de bibliotheek het betreffende ringtype en start de meting. De meetkop blijft statisch om de gegevens op te nemen en door te geven voor verwerking aan de softwareconsole. Elke aparte afgelezen meting van de kop wordt gekoppeld aan de overeenkomstige gegevens over de draaitafelpositie vanuit de encoder, en dan nabewerkt om een holistische geometrische meting van het object te berekenen.

## Grotere betrouwbaarheid van de bewerkingsmachine

Behalve de Renishaw encoders in het SRMS gebruikt HAESL ook de Renishaw QC10 ballbar om de kwaliteit van zijn bewerkingsmachines vast te stellen. "Met de ballbar kunnen we problemen eerder opsporen en volgen voor preventief onderhoud. Dit helpt ons de productiestilstand te minimaliseren en zeker te weten dat de geproduceerde onderdelen nauwkeurig zijn. Momenteel overwegen we om te upgraden naar het nieuwste QC20-W draadloze ballbarsysteem van Renishaw. Dat biedt geavanceerde mogelijkheden als Bluetooth draadloze aansluiting, hoekdeelmeting en testen in drie vlakken met één opstelling", vertelt Eric Lau.

HAESL maakt verder gebruik van de zeer nauwkeurige Renishaw TP200 schakelende meettaster met de PH10 gemotoriseerde meetkop, op een coördinatenmeetsysteem (CMM) om producten te inspecteren. Raymond Siu licht toe: "Inspectie is een zeer belangrijk en cruciaal proces in de vliegtuigindustrie. Renishaw is de onbetwiste marktleider in tastertechnologie voor CMM's en zonder twijfel onze eerste keus."

## HAESL

HAESL, gevestigd in Hongkong, is een joint-venture van Hongkong Aircraft Engineering Company Ltd (HAECO), Rolls Royce plc en SIA Engineering Company (SIAEC). De organisatie is op wereldniveau actief in de reparatie en revisie van vliegtuigmotoren en onderdelen daarvan, voor vele hooggewaardeerde luchtvaartmaatschappijen die Rolls-Royce motoren in hun Airbus of Boeing vliegtuigen hebben.

Met ruim 35 jaar ervaring op dit gebied is HAESL een van 's werelds meest gerespecteerde technische namen geworden voor de meest uitgebreide motorreparaties en -revisies van de hoogste kwaliteit voor klanten wereldwijd. Sinds 2002 werkt HAESL nauw samen met de Hongkong Polytechnic University (PolyU) in vele van de joint-venture projecten en in trainingsprogramma's op maat over technologische vernieuwingen in de luchtvaartindustrie.

[www.renishaw.nl/encoders](http://www.renishaw.nl/encoders)