



FICHA PÚBLICA DEL PROYECTO

PROGRAMA DE ESTÍMULOS A LA INNOVACIÓN



NUMERO DE PROYECTO:

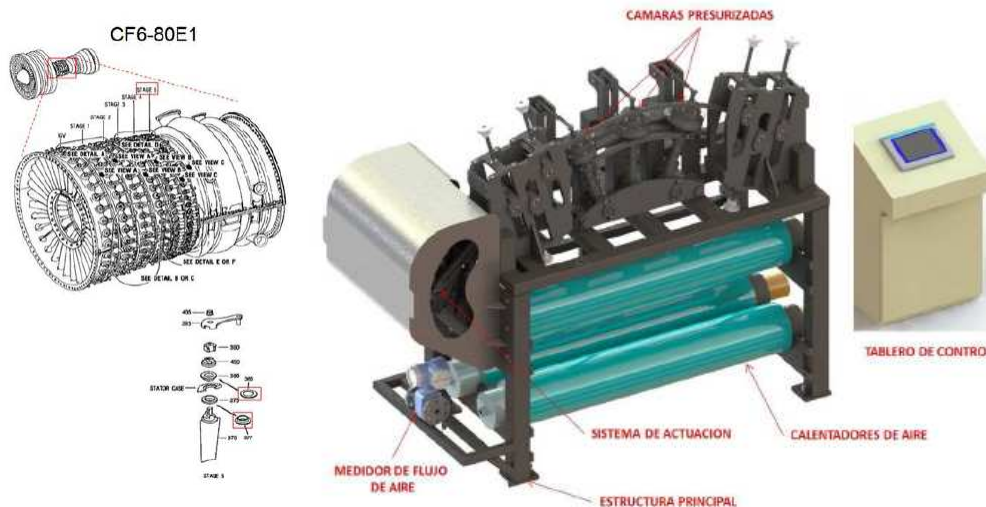
185047

EMPRESA BENEFICIADA:

Centro de Ingeniería Avanzada en Turbomáquinas S. de R.L. de C.V.

TÍTULO DEL PROYECTO:

“Estudio de mecanismos de desgaste de los componentes mecánicos de álabes del estator de turbinas aeronáuticas”





FICHA PÚBLICA DEL PROYECTO

PROGRAMA DE ESTÍMULOS A LA INNOVACIÓN



OBJETIVO DEL PROYECTO:

Desarrollar un mejor entendimiento de los mecanismos de desgaste de bujes del VSV del estator en el turborreactor CF6 mediante la construcción de un prototipo de desgaste fabricado en CIATEQ que replique las condiciones de falla presentes en los bujes correlacionándolas con los análisis de elemento finito realizados por CIAT para dichos componentes y los “lever arms” generando así recursos humanos especializados e incrementando las capacidades de CIAT en este ámbito.

El mejor entendimiento de los factores que llevan a la falla de los bujes VSV se alcanzara a través del uso de las técnicas de caracterización, disponibles en el CINVESTAV, permitiendo generar una hipótesis de falla que permitirá sugerir nuevos materiales y configuraciones para dar solución al problema de desgaste prematuro en dichos componentes.

PRINCIPALES ACTIVIDADES REALIZADAS:

- Fabricación y puesta en funcionamiento del banco de pruebas para replicar las condiciones de operación a las cuales están sujetos los bujes en la turbina CF6 para así predecir su vida útil/desgaste.
- Estudio de los mecanismos de falla observada en los bujes del turborreactor CF6. Las pruebas de caracterización consideradas para el seguimiento de los materiales y de los bujes fueron: coeficiente de fricción y desgaste con un tribómetro, propiedades térmicas por calorimetría diferencial de barrido (DSC) y análisis termo-gravimétrico (TGA), dureza y módulo de elasticidad por nanoindentación, rugosidad y nanofricción con microscopia de fuerza atómica (AFM), micrografías y mapeos de composición química con un microscopio electrónico de barrido (SEM) con sonda de espectroscopia de rayos X de energía dispersiva (EDS) y mediciones de dimensiones y peso con balanza analítica de precisión y Vernier. En base a lo anterior, se definieron las hipótesis del mecanismo de falla al igual que las técnicas a ser usadas en inspecciones futuras a los bujes.



FICHA PÚBLICA DEL PROYECTO

PROGRAMA DE ESTÍMULOS A LA INNOVACIÓN



BREVE DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:

En el presente proyecto se estudiaron los mecanismos de desgaste de los componentes mecánicos de álabes del estator de turbinas aeronáuticas con principal énfasis en los bujes usados como interface entre la carcasa del compresor y el alabe del mismo. Para ello, se utilizó un banco de pruebas que reproduce las condiciones de operación del VSV del estator de una turbina CF6. El banco de pruebas de desgaste se fabricó en el marco de actividades del presente proyecto con capacidades de réplica del sistema real y está en operación en CIATEQ, para monitorear la evolución del desgaste. El medio de control es mapa de desgaste de los componentes mecánicos, principalmente del buje en conjunto con parámetros de evaluación por métodos no destructivos. Las propiedades que se están evaluando son: Calidad del polímero de polyimida por espectroscopias de infrarrojo y difracción de rayos X, ambas no destructivas.

RESULTADOS DEL PROYECTO:

- Se logró un nivel satisfactorio de entendimiento de los mecanismos de desgaste de bujes del VSV del estator en el turborreactor CF6. En el prototipo de pruebas se probaron dos conjuntos de bujes VSV (buje y arandela de polímero) de turbinas CF6 y se estudiaron los procesos que conducen al desgaste de estas piezas. Este análisis permitió identificar los factores que llevan a la falla de los bujes VSV a través del uso de las técnicas de caracterización, disponibles principalmente en el CINVESTAV y generar una hipótesis de falla que permitirá sugerir nuevos materiales y configuraciones.
- Se logró la construcción de un banco de pruebas de desgaste que contiene la estructura principal, cámaras presurizadas y con control de temperatura, sistema de actuación e instrumentos de medición a la par de la verificación del funcionamiento del mismo al lograr replicar las condiciones de falla presentes en los bujes.
- Finalmente, se confirma el impacto en las capacidades del personal de GEIQ para aumentar la competitividad de la empresa en ese rubro en particular. Adicionalmente, considerando la geometría particular del ensamble se pudo definir un esquema de pruebas para correlacionar los esfuerzos en el “lever arm” con los análisis de elemento finito desarrollados por CIAT.



FICHA PÚBLICA DEL PROYECTO

PROGRAMA DE ESTÍMULOS A LA INNOVACIÓN



IMPACTOS DEL PROYECTO:

Impacto tecnológico

Se logró desarrollar en un esfuerzo conjunto entre CIAT, CIATEQ y CINVESTAV un banco de pruebas de desgaste de bujes VSV de turbinas. Este banco de pruebas permite desgastar bujes de manera acelerada. Para esto, se controlan las variables importantes de funcionamiento de las piezas que son la temperatura, presión y esfuerzos axiales son controlados dentro de los márgenes de régimen de trabajo.

Impacto científico

Este proyecto generó a una plataforma de conocimiento experimental y teórico que permitió sentar las bases para minimizar los efectos de desgaste de los bujes del VSV. Se encontró un campo abierto de investigación en el área de materiales para la aviación

Impacto económico

Se logró establecer un grado de impacto económico provocado por el estudio del mecanismo de desgaste los bujes del estator de turbinas CF6. Un banco de pruebas de desgaste puede reducir considerablemente la frecuencia de las revisiones preventivas y llevar al mínimo el tiempo en tierra de las aeronaves durante su mantenimiento preventivo al proponer materiales y ensambles con una durabilidad mejorada. Los aspectos antes citados afectan directamente los costos de mantenimiento y pueden reducir las pérdidas económicas ocasionadas por tener las aeronaves sin despegar.

Impacto ambiental

La eficiencia termodinámica del compresor mejora notablemente si no se trabaja con bujes bajo desgaste excesivo. La disminución de las fugas de aire en el compresor reduce el consumo de combustible y por ende las emisiones de CO₂. Una notable reducción en el consumo de combustible (de alrededor de 200 galones por turbina CF6) se alcanza al someter las turbinas a mantenimiento preventivo o al incrementar la durabilidad de los bujes. En el B747 se tienen dos turboreactores (CF6) por lo que por vuelo se gastan aproximadamente 400 galones extra. A un costo actual de US \$4.17/gal esto equivale a US\$1668 por misión.