



AUTOR: Jorge García Tíscar

DIRECTOR DE LA TESIS: Alberto Broatch Jacobi

1. TÍTULO: *Experiments on turbocharger compressor acoustics*

2. RESUMEN:

A medida que los requerimientos de turbocompresión aumentan para afrontar una regulación de los motores de combustión interna cada vez más estricta, la preocupación respecto a su emisión acústica se hace más acuciante. Debido a que motores de menor tamaño requieren mayores aumentos de presión y menores gastos másicos, el compresor del turbogrupo se ve forzado a trabajar en regímenes más inestables, los patrones de flujo se hacen más complejos y los niveles de ruido aumentan.

Esta tesis tiene como objetivo investigar estas cuestiones, proponiendo metodologías para caracterizar la emisión acústica de compresores de turbogrupos, e implementándolas en diferentes experimentos enfocados especialmente en la relación entre emisión acústica y comportamiento del flujo en condiciones inestables.

Por tanto, se lleva a cabo una revisión bibliográfica para evaluar el estado del arte, especialmente en lo concerniente a técnicas experimentales relacionadas con el problema, pero incluyendo también los últimos desarrollos en términos de comprensión de las características del flujo mediante simulaciones numéricas. Como resultado, diferentes metodologías se proponen e implementan en un banco de ensayo hecho a medida dentro de una cámara anecoica para medir y analizar la producción sonora del compresor.

Mediante esta campaña de medida se obtiene y describe una caracterización acústica del contenido espectral del ruido a lo largo del mapa del compresor, identificando diferentes fenómenos sonoros tales como ruido tonal debido al paso de álabe, contenido de baja frecuencia asociado al bombeo profundo, contenido de banda ancha a alta frecuencia atribuido a la interacción del flujo en la holgura de punta de pala y ruido de banda ancha en el rango de onda plana, conocido como whoosh en la literatura y de especial interés para los fabricantes automovilísticos. Este fenómeno en concreto se detecta incluso a condiciones más estables de alto gasto másico, y aumenta de nivel a medida que el gasto disminuye hasta llegar a ser enmascarado por el aumento del contenido de baja frecuencia.

Después de validar los procedimientos seleccionados en condiciones realistas de motor, se comparan los datos experimentales con un modelo numérico del compresor desarrollado en un trabajo paralelo a fin de evaluar su validez y proponer diferentes técnicas de post-procesado, con el objetivo de extraer información adicional acerca del comportamiento del flujo en diferentes condiciones, que sugieren que el mecanismo principal de generación de whoosh se encuentra localizado en el difusor del compresor.

Debido a que numerosas simulaciones predicen una cantidad reducida de inestable flujo inverso en condiciones donde el whoosh aparece en las medidas, se lleva a cabo una campaña experimental en la cual medidas detalladas de temperatura local cerca del rotor se usan para determinar la longitud del flujo inverso, con medidas suplementarias a través de sondas de presión usadas para relacionar esta evolución con la fluctuación de contenido espectral. Los resultados de temperatura se correlacionan también con medidas del campo de velocidad por imágenes de partículas, demostrando una clara relación entre el campo de flujo inverso y las medidas de temperatura.



Se describen a continuación diferentes campañas experimentales en las cuales se llevaron a cabo modificaciones de la geometría de entrada inmediatamente aguas arriba del compresor con el fin de evaluar cómo la presentación del flujo puede influenciar el rendimiento acústico. Geometrías incluyendo remansos, toberas y álabes guía demuestran una reducción de los niveles de ruido. Se ha realizado un estudio paramétrico de un codo de 90°, mostrando que el radio del codo influye en la distribución circunferencial de temperatura y los niveles de ruido, llevando a la hipótesis de que la influencia de la geometría en el ruido de whoosh está relacionada con cambios en la presentación del aire que promueven menor o mayor reflujo, que a su vez convecta aguas arriba el contenido espectral generado en el difusor del compresor.

Por último, se proponen estudios adicionales tanto experimentales como numéricos para explorar en profundidad estas cuestiones, a fin de proporcionar una mejor comprensión acerca de cómo el diseño de la entrada del compresor puede retrasar y mitigar la aparición y transmisión de estos fenómenos acústicos adversos.