

Lectura de la tesis de Jon Elguezabal Lazcano

01/07/2016

El 29 de junio, a las 10:30h, el Doctorando Jon Elguezabal Lazcano de la Escuela Politécnica Superior de Mondragon Unibertsitatea presentó su tesis doctoral en el Auditorio del Polo de Innovación Garaia de Mondragon Unibertsitatea. El título de la tesis: *Influence of brake rotor, caliper and anchor bracket stiffness on low frequency brake squeal*, y sus directores: Ibai Ulaia y Jose Manuel Abetel. Además, obtuvo la calificación de Sobresaliente mención Cum Laude y la mención de Doctor Europeo.

En el tribunal de la tesis participaron:

- **Presidente:** Dr. D. Peter Charles Brooks ([University of Leeds](#))
- **Vocal:** Dr. D. Francesco Massi ([University of Rome; La Sapienza](#))
- **Vocal:** Dr. D. Javier Arrasate Ayerbe (Mondragon Unibertsitatea)
- **Vocal:** Dr. D. José Luis Olazagoitia Rodríguez ([Universidad Antonio de Nebrija](#))
- **Secretario:** Dr. D. Jon Larrañaga Amilibia (Mondragon Unibertsitatea)

Resumen de tesis:

La mayoría de las reclamaciones de los clientes están relacionadas con el confort y no con las prestaciones de los sistemas de frenado. El brake squeal es el ruido que más quejas suscita entre los consumidores, este ruido puede tener una frecuencia de 1 kHz a 20 kHz y es generado por la fricción. A pesar de ser el ruido más investigado (se empezó a investigar en los años 30), aún no se ha encontrado una solución robusta. Sin embargo, existe un mecanismo de generación aceptado por la comunidad científica.

El brake squeal suele ser investigado utilizando tres enfoques: analítico, experimental y numérico. Los estudios analíticos están centrados en los mecanismos de generación, mientras los experimentales son utilizados para caracterizar los diferentes eventos de squeal. Este tipo de análisis está muy extendido en la industria, a pesar de ser el método de estudio más caro. Los análisis numéricos son capaces de predecir los modos inestables que producen el squeal, pero los modelos deben ser previamente validados mediante ensayos experimentales.

En esta tesis se desarrolla un banco de ensayos simplificado, el cual recrea el comportamiento dinámico de un sistema de frenado. Este tipo de banco de ensayo contiene únicamente las piezas que son necesarias para reproducir el fenómeno objeto de estudio. De esta manera se reduce la incertidumbre y se aumenta la repetitividad. Los ensayos revelaron que un mínimo de fuerza de frenado es necesaria para generar el brake squeal. Una vez los componentes son acoplados y se comportan como un sistema, el squeal desaparece al aumentar la fuerza de frenado. Este banco de ensayos permite modificar la rigideces del soporte y de la pinza de freno, para estudiar su influencia en el brake squeal y el rango de fuerzas en el que este aparece. Además, también permite estudiar la influencia del amortiguamiento.

En este trabajo también se crea un modelo de elementos finitos para predecir las inestabilidades que dan lugar al brake squeal. La metodología empleada para desarrollar el modelo requiere validaciones experimentales a tres niveles diferentes: nivel de componente, nivel de ensamblaje y nivel de análisis de modos complejos. La utilización del MAC permite identificar que modos de componente libre se parecen más a los modos inestables del sistema. El modelo es utilizado para llevar a cabo un estudio paramétrico sobre la influencia de las



propiedades de los materiales del sistema de freno en la estabilidad del sistema. El estudio revela que aunque las frecuencias propias del sistema están dominadas por el disco, el soporte y la pinza son decisivos para la estabilidad del sistema.

También se desarrolla un modelo para predecir las inestabilidades de un sistema de frenado de un automóvil. Este modelo es validado mediante ensayos experimentales en un dinamómetro. Finalmente, las tendencias obtenidas del estudio paramétrico del modelo del banco simplificado son confirmadas para el freno de automóvil.