

## CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES Y DESARROLLOS FUTUROS.

### 6.1.- CONCLUSIONES.

En el desarrollo del presente proyecto es posible distinguir 2 líneas de actuación diferenciadas:

**La primera** giraría en torno al proceso de diseño del útil, al tratarse de un elemento indispensable (junto con la cama) para la realización de los ensayos experimentales.

**La segunda** tendría como objetivo reproducir los ensayos experimentales realizados sobre el útil utilizando herramientas de cálculo numérico para comparar los resultados obtenidos en ambos casos.

En relación a la **primera línea de actuación** se han confeccionado diversos modelos de EF llegándose a un diseño del útil que satisface los requerimientos prescritos tanto técnicos como de fabricación. Prueba de ello es el comportamiento satisfactorio mostrado por el útil durante los ensayos realizados. Estos modelos de EF necesarios tanto para justificar el diseño como para el posterior análisis numérico del ensayo vibratorio han sido realizados mediante MSC.Nastran – Patran, cuyos resultados son los únicos admitidos en la industria aeronáutica, describiéndose los procedimientos utilizados para la confección del modelo mediante esta herramienta .

En cuanto a la **simulación del ensayo** se hace necesario recurrir a un modelo más sencillo que el inicialmente considerado a partir del proceso de diseño debido a los errores que aparecían durante la realización del análisis en frecuencia encargado de realizar la simulación y arrojar los resultados necesarios para proceder a la comparación entre ambos. Antes de proceder al análisis en frecuencia de este segundo modelo se comprueba la idoneidad del mismo, mediante un análisis de modos de vibración. De esta forma se constata que tanto los modos de vibración como las frecuencias naturales a las que éstos se producen son muy similares en el caso del modelo de superficies y el modelo sólido inicialmente utilizado.

Este modelado final a partir de elementos *CQuad4* reduce sensiblemente los tiempos de computación y permite la realización del análisis requerido y la extracción de unos resultados bastante satisfactorios, puesto que las frecuencias naturales recogidas en el informe de resultados experimentales se presentan también en las gráficas derivadas del análisis numérico

## **6.2.- DESARROLLOS FUTUROS.**

Aunque el presente proyecto está relacionado con los ensayos de vibración específicos recogidos en el capítulo 5 y su principal objetivo (acometer el proyecto de diseño del útil rigidizador) se entiende como bastante concreto, es posible encontrar líneas de investigación futuras interesantes en lo que se refiere a elaboración de modelos de EF y análisis de resultados para problemas relacionados con excitaciones de entrada vibratorias. En este sentido, a continuación se exponen las siguientes propuestas:

***a) Realización del modelo de EF del conjunto completo, añadiéndose al ya existente (constituido por la mesa de vibración y el útil), la cama y la toma AGU – NACA y análisis en frecuencia, de forma que pudieran compararse los resultados numéricos con los experimentales.***

En ese sentido, actualmente se ha avanzado en la concepción de ese modelo, obteniéndose las geometrías necesarias y resolviéndose el problema de congruencia de mallado que presenta la superficie de unión útil – cama. Sin embargo, se han detectado diversos comandos del programa que generan errores y dificultan notablemente esta tarea. La información relativa al proceso de realización de este modelo se encuentra recogida en el ANEXO.

***b) Estudio de la influencia de la forma de modelar las uniones atornilladas en los resultados obtenidos.***

Tanto en el modelo formado por el útil y la mesa de vibración, como en el modelo del conjunto completo que se menciona en a) se modelaron las uniones atornilladas como si las superficies estuvieran pegadas

completamente. Podría resultar interesante estudiar la influencia que tendría la forma de modelar esas uniones en los resultados numéricos que se obtienen.

- c) ***Estudio de la influencia de la complejidad del modelo de EF del útil en los resultados obtenidos.*** En el presente proyecto se han utilizado modelos 3D para representar la realidad. Esta elección hace que sea necesario acudir a sólidos triparamétricos para la elaboración de la geometría y elementos tridimensionales en el mallado. El estudio de la posibilidad de utilización de elementos tipo placa para modelar las planchas de aluminio usadas para la construcción real del útil podría tener interés, puesto que si los resultados obtenidos son aceptables se obtendrían importantes mejoras en los tiempos de computación.
- d) **Simulación del ensayo de vibración RANDOM.** Estudiar la posibilidad de realizar el análisis numérico de la respuesta del útil rigidizador ante excitaciones del tipo aleatorio como las mostradas en la Fig. 5.3.3.2 en las que la aceleración prescrita varía con la frecuencia manteniéndose dentro de una banda de valores que acota los máximos y mínimos valores admisibles para cada frecuencia considerada.