



**UNIVERSIDAD DE CONCEPCION
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO INGENIERIA MECÁNICA**

Profesor Patrocinante:
Dr. Ing. Cristian Rodríguez G.

**Frecuencias Naturales en Estructuras Sumergidas:
Validación Experimental y Aplicación
de Modelos Numéricos**



LUIS RICARDO CONTZEN RIGO-RIGHI

**Informe de Tesis de Magíster
para optar al Título de:**

**Magíster en Ciencias de la Ingeniería
con mención Mecánica**

Concepción, Septiembre de 2010

Sumario

Este trabajo forma parte del proyecto FONDECYT N° 11070109 “Added mass effects and natural frequencies reductions in Francis turbine runners”.

Para el diseño y análisis de máquinas y equipos es importante conocer sus frecuencias naturales de vibrar.

Como bien es sabido, gran parte de las máquinas y equipos no funcionan rodeados por un fluido de baja densidad como el aire, como por ejemplo, impulsores de bombas, estructuras navales, disipadores de calor enfriados por líquidos y rodets de turbinas hidráulicas. Estos componentes funcionan sumergidos en un fluido, que normalmente, es agua. Debido a que el orden de la densidad del agua es similar al de los materiales utilizados en la construcción de estos elementos (acero, aluminio, etc) es que las frecuencias naturales de la estructura sumergida disminuyen en comparación a sus frecuencias naturales en aire o vacío. Además, en la literatura no existe información precisa sobre el efecto de una superficie rígida cercana a estas estructuras, lo cual puede ser importante en el caso de sellos hidráulicos o hélices de embarcaciones entre otros.

El objetivo de este estudio es generar un modelo numérico que describa el comportamiento de las frecuencias naturales de estructuras simples no sólo sumergidas en un fluido, sino que además en interacción con superficies rígidas y con estructuras flexibles cercanas similares. Para esto se eligieron placas rectangulares y circulares de aluminio de 6 mm de espesor con distintas relaciones entre sus largos y anchos y diámetros de apoyo y totales respectivamente. Para conocer la influencia del fluido y de una superficie rígida cercana se consideró una sola placa rectangular empotrada en un extremo y una sola placa circular empotrada en su centro por separado. Para el caso de la influencia de un cuerpo flexible cercano se consideró por una parte una placa rectangular empotrada en un extremo y enfrentada a una placa de iguales características y por otra una placa circular empotrada en su centro y enfrentada a una placa de iguales características. Además se simuló una aleta de un disipador de calor enfriado por agua. Los modelos numéricos se construyeron en el software de elementos finitos SAMCEF en su módulo BACON, y los resultados fueron obtenidos a través del modulo DYNAM, del mismo programa.

Se determinó una reducción entre 40 % y 60 % en las frecuencias naturales en las placas rectangulares sólo por el hecho de encontrarse sumergidas en agua. Por otra parte, al hacer interactuar estas placas con una superficie rígida, acercándolas, se obtuvieron reducciones de hasta un 90 %. Estos resultados mostraron diferencias con valores experimentales de hasta un 7,8 % en un rango de frecuencias que superaba los 2000 Hz. Para el caso de las placas rectangulares enfrentadas entre si se observaron cambios de hasta un 80% para los modos en fase y de un 95 % en contrafase. De igual manera se determinó una reducción entre 45 % y 70 % para las placas circulares, sólo por el hecho de encontrarse sumergidas en agua. Asimismo, al hacer interactuar estas placas con una superficie rígida, acercándolas, se obtuvieron reducciones de hasta un 90 %. Para el caso de las placas circulares empotradas en su centro y enfrentadas se observaron cambios de hasta un 75 % en los modos en fase y hasta de un 90 % para los modos en contrafase.

Finalmente para el caso de una aleta de un disipador de calor enfriado por agua se propone una modificación de tal manera que las frecuencias naturales de las aletas superen el límite de audición humana (16 kHz) de modo que al vibrar no generen sonido audible, sin dejar de lado el objetivo central de la estructura: la transferencia de calor.

