

PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN 2016

MEMORIA DEL PROYECTO Nº 06

1. DATOS DEL PROYECTO

Título: Generación de perturbaciones hidráulicas en bombas y reducción de su emisión al sistema hidráulico mediante acumuladores hidroneumáticos.

Investigador/a/es responsable/es: Jorge Luis Parrondo Gayo

Tfno: 985182097

E-mail: parrondo@uniovi.es

Otros investigadores: Raúl Barrio Perotti (Uniovi, Dep. de Energía), Joaquín Fernández Francos (Uniovi, Dep. de Energía) y Ana García Fernández (estudiante beneficiaria de la ayuda concedida al proyecto)

Empresas o instituciones colaboradoras: Empresa Municipal de Aguas de Gijón S.A.U. y Equilibrados Dinámicos S.L.

2. MEMORIA DESCRIPTIVA DEL PROYECTO

2.1 Resumen ejecutivo

El resumen ejecutivo del Proyecto debe ser una síntesis clara y concisa del trabajo realizado, describiendo brevemente los motivos que justifican su realización, los beneficiarios, los objetivos específicos y su grado de consecución, la metodología aplicada y los resultados obtenidos.

Extensión: unas 500-600 palabras (limitado a un máximo de 4000 caracteres, incluidos espacios).

Todas las bombas centrífugas, axiales y mixtas inducen perturbaciones hidráulicas a la llamada frecuencia de paso de álabes (y armónicos) debido a ciertos mecanismos de interacción fluidodinámica entre los álabes del rotor y del estator. La magnitud de esas perturbaciones varía ampliamente en función de la geometría interna de la máquina, de su punto de operación (caudal bombeado) y también de la situación de la máquina respecto a la zona de aspiración, por lo que su magnitud resulta muy difícil de predecir. Esas perturbaciones pasan al sistema hidráulico como pulsos de presión que viajan a la velocidad del sonido, y tales ondas sonoras pueden acoplarse acústica o mecánicamente con otros elementos del sistema pudiendo llegar a originar niveles de vibración excesivos. En tales casos es necesario acometer acciones correctoras normalmente enfocadas hacia el elemento vibrante, que pueden suponer un coste muy elevado o simplemente no ser viables.

Como alternativa en este proyecto se ha estudiado y llevado a la práctica un método de atenuación de las pulsaciones hidráulicas emitidas desde una bomba centrífuga, basado en actuar sobre las propiedades acústicas del sistema hidráulico. En concreto se ha explorado el efecto atenuador de la instalación de acumuladores hidro-neumáticos a la salida de las bombas, como método simple y comparativamente económico. Para ello se partió de un análisis teórico de la generación acústica en bombas y de su transmisión por

el circuito hidráulico, basado en mediciones previas de campos internos de velocidad en una bomba centrífuga del laboratorio de Mecánica de Fluidos del Campus de Gijón. En concreto se elaboró un algoritmo de cálculo basado en las ecuaciones de flujo no estacionario (URANS) apropiado para obtener los campos asociados de fluctuaciones de presión y para estimar la potencia acústica emitida desde esa bomba de laboratorio para varios caudales. Dicho análisis dio pie a la elaboración de un programa de diseño propio que, basado en el método de matrices de transferencia acústica, era capaz de calcular por frecuencias la amplitud de las perturbaciones acústicas a lo largo de conductos de los sistemas de bombeo de interés en función de la potencia acústica de la máquina y de las características de impedancia acústica del circuito. En particular se elaboró un procedimiento para determinar el grado de reducción de la energía acústica emitida (pérdida de transmisión sonora) conseguido al insertar acumuladores hidroneumáticos, considerados éstos como resonadores reactivos tipo Helmholtz. Como aplicación directa, el programa facilita determinar los parámetros geométricos relevantes del acumulador (posición, volumen, presión inicial de carga de aire, longitud y diámetro de garganta) para minimizar la amplitud de las perturbaciones hidráulicas emitidas desde la bomba, en función de las características del sistema acoplado bomba-circuito.

El software elaborado se pudo poner en práctica sobre una instalación de bombeo real, correspondiente a un sistema de dragado de fondos marinos. Por sus especiales características (bombeo de agua con arenas y fangos), las bombas de este sistema tienen pocos álabes y son casi rectos, por lo que se inducían perturbaciones de gran amplitud a frecuencias graves (rango de decenas de hercios), las cuales son especialmente difíciles de atenuar con juntas elásticas o con otros métodos pasivos más convencionales. Como se esperaba, el contraste predicciones-medidas permitió comprobar la validez del software elaborado y, además, se mostró la efectividad del empleo de un acumulador hidroneumático de pequeño tamaño para atenuar las pulsaciones generadas a pesar de ser de baja frecuencia.

2.2 Objetivos iniciales del proyecto y grado de consecución

Los objetivos han sido:

- 1º) Caracterizar la potencia acústica de una bomba de laboratorio, con varios caudales. [100%].
- 2º) Propuesta y contraste de un modelo teórico de transmisión de fluctuaciones de presión en sistemas de bombeo, con posibilidad de incorporación de acumulador. [100%].
- 3º) Elaboración de un programa de diseño que, dada la configuración del sistema acoplado bomba-circuito, defina los parámetros óptimos del acumulador hidroneumático. [100%].

2.3 Tareas realizadas

1. Trabajos de inicio del proyecto (revisión de literatura, reuniones iniciales, recopilación de datos de bomba de laboratorio).
2. Caracterización de fluctuaciones de presión y potencia acústica emitidas desde bomba de laboratorio en función del caudal, basado en procesamiento de campos de fluctuaciones de velocidad mediante programa para integración de ecuaciones URANS por método omni-direccional (Katz 2010).

3. Elaboración de modelo teórico y programa para el cálculo de pulsaciones de presión en circuito hidráulico con bomba de potencia acústica conocida y acumulador hidroneumático, basado en el método de matrices de transferencia acústica, y contraste con medidas disponibles de presión.
4. Análisis del efecto del acumulador hidroneumático sobre la transmisión de perturbaciones y la propia excitación fluidodinámica interna, y elaboración de programa final de diseño para definir los parámetros óptimos del acumulador.
5. Aplicación del programa final elaborado para dimensionar un acumulador para su montaje en un sistema de bombeo real, y comprobación in situ de la atenuación conseguida.

2.4 Resultados obtenidos

Se han obtenido resultados de índole científico, sobre todo en lo referente a la relación entre los campos internos de fluctuaciones de velocidad con los de fluctuaciones de presión para la bomba de laboratorio, y en la consiguiente potencia acústica emitida en función del caudal. Y por otro lado se han obtenido resultados de interés tecnológico, resumidos en la elaboración de un programa de optimización de acumuladores hidroneumáticos para su uso como atenuadores de pulsos de presión de baja frecuencia desde bombas, cuyo potencial se ha puesto de manifiesto sobre una instalación de bombeo real.

2.5 Trabajos o necesidades futuras

Se está considerando la posible preparación de una versión avanzada de este software para que pueda operar sobre un entorno apropiado de interacción con usuario, con vistas a la introducción de las características relevantes de cada instalación (geometría del circuito, detalles geométricos de bombas, curvas características, etc).

2.6 Divulgación de los resultados (publicaciones, artículos, ponencias...)

Se está en fase de elaboración de dos artículos: uno sobre la relación entre campos fluctuantes de velocidad y presión en bombas y la potencia acústica asociada (Journal of Computers and Fluids), y otro para la sobre la aplicación práctica de los acumuladores hidroneumáticos para reducir la transmisión de pulsaciones (Revista de Ingeniería del Agua).

3. MEMORIA ECONÓMICA

Financiación		Personal	Inventariable	Fungible	Otros gastos
IUTA	SV-16-GIJÓN-1.	4200 €			
Otras fuentes	Referencia proyecto/contrato: FUO-EM-033-15			1200 €	2300 €
Estudiante con ayuda a la investigación	Nombre	Ana García Fernández			
	Tareas	Colaboración en la toma de medidas en laboratorio y en la elaboración de programas y asistencia para la comprobación y depuración de los programas de cálculo empleados en el estudio.			
	Período	Agosto-diciembre 2016			

4. OTROS PROYECTOS Y CONTRATOS CON FINANCIACIÓN EXTERNA

Título del proyecto/contrato	Modelado, análisis y supresión de la excitación fluidodinámica de vibraciones en las válvulas esféricas de la Central Hidroeléctrica de Salime
Referencia	FUO-EM-033-15
Investigador/a/es principal/es	Jorge Parrondo Gayo
Equipo investigador	Raúl Barrio Perotti, Joaquín Fernández Francos
Periodo de vigencia	Febrero 2015-Diciembre 2016
Entidad financiadora	Salto del Navia C.B.
Cantidad subvencionada	6500 €