

# PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN 2017

## MEMORIA DEL PROYECTO SV-17-GIJON-1-24

### 1. DATOS DEL PROYECTO

**Título:** Aplicación de técnicas de modelado CFD en el diseño de bombas de diafragma de accionamiento neumático

**Investigador responsable:** 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)
- Alberto Menéndez Blanco (Samoa Industrial S.A.)

**Empresas o instituciones colaboradoras:** SAMOA INDUSTRIAL S.A.

### 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).

Las bombas de diafragma, como las de pistón, operan por desplazamiento alternativo de una superficie impulsora con entrada/salida de fluido dada por válvulas de bola con asiento cónico. Por ello resultan flujos internos que son una sucesión de transitorios bruscos y además los dominios geométricos de interés son complejos (geometría 3D con cambios bruscos de sección de paso y de dirección, además de la variación temporal). Por ello el análisis de estos flujos pulsantes con técnicas convencionales es poco viable y cuando un fabricante desea desarrollar una nueva bomba se ve abocado a fabricar y probar varios prototipos intermedios hasta llegar al producto comercial final. Sin embargo, hoy día los métodos CFD avanzados ya ofrecen la posibilidad de simular y anticipar de forma rápida, barata y suficientemente fiable las prestaciones de operación de bombas de nuevo diseño incluso a pesar de la complejidad descrita. El propósito de este proyecto ha sido precisamente la exploración de una metodología CFD optimizada desde los puntos de vista de parámetros de cálculo, coste computacional y fiabilidad de predicción. Se espera que esta metodología sea de gran ayuda para el diseño de futuras bombas como las de las gamas fabricadas por Samoa Industrial SA (empresa colaboradora en el proyecto), pues habrá de permitir reducir el coste de prototipado intermedio.

Los objetivos específicos planteados, que se pueden considerar alcanzados, fueron:

- 1) Elaborar una metodología optimizada de cálculo CFD para modelar el flujo 3D no estacionario en el interior de bombas de diafragma, con mallado de finura de celda ajustada por zonas y condiciones de contorno y paso temporal adecuados para conseguir predicciones no distorsionadas sin tiempos de cálculo excesivos.
- 2) Validar la metodología de cálculo por contraste de predicciones con datos de operación real aportados por Samoa para distintos diseños.
- 3) Analizar los flujos internos en las bombas escogidas, con predicción de prestaciones estáticas y dinámicas (caudal, presión, potencia y rendimiento), y en su caso proponer cambios de diseño.

Así pues la metodología del proyecto se ha basado en la simulación CFD de los flujos a través de las máquinas bajo estudio. En concreto se comenzó por elaborar modelos de mallado no estructurado para los pasos internos de las bombas mediante la aplicación Gambit, buscando aunar una buena capacidad de ajuste en la finura de mallado para zonas concretas (codos, válvulas de bola, transición a cámara de diafragma, etc) con una mínima distorsión de celdas (skewness). Tras realizar simulaciones variando distintos parámetros de cálculo, tales como el tamaño de celda por zonas, condiciones de contorno, modelo de turbulencia y paso temporal (simulaciones no estacionarias), se llegó a establecer una configuración de parámetros óptima. A continuación se compararon las predicciones obtenidas con los datos de operación aportados por Samoa, confirmándose un exceso de caída de presión en la fase de aspiración que dificultaba la operación de la máquina. El análisis de los flujos internos sugirió ciertos cambios geométricos en los pasos internos, en línea con las modificaciones incorporadas por la empresa tras los primeros resultados. Tras adaptar los modelos numéricos a la nueva geometría se pudo comprobar que, en efecto, se obtenía una sustancial mejora en las condiciones de aspiración, redundando en un notable incremento de prestaciones de las bombas.

## **2.2 Objetivos iniciales del proyecto y grado de consecución**

Los objetivos han sido:

- 1º) Elaboración de una metodología optimizada de cálculo CFD para modelar el flujo 3D en el interior de las máquinas de interés. [100%].
- 2º) Verificación de la metodología de cálculo mediante contraste de predicciones frente a datos de operación real. [100%].
- 3º) Análisis de los flujos internos en la bomba escogida y propuesta de modificaciones geométricas. [100%].

## **2.3 Tareas realizadas**

Las tareas realizadas han sido:

- a) Modelado geométrico optimizado de las bombas de interés (Samoa): elaboración de modelos de mallado no estructurado mediante la aplicación Gambit para los pasos

internos de las bombas, aunando capacidad de ajuste en la finura de mallado para zonas concretas (codos, válvulas de bola, transición a cámara de diafragma, etc) con una distorsión (skewness) mínima de celdas (skewness).

b) Optimización del procedimiento CFD (con Ansys-Fluent) tras análisis de los efectos del tamaño de celda por zonas, condiciones de contorno, modelo de turbulencia y paso temporal (simulaciones no estacionarias).

c) Validación experimental, por contraste de predicciones con los datos aportados por Samoa sobre las prestaciones de operación de las bombas de estudio y en particular sobre las presiones de aspiración.

d) Análisis de los flujos internos y de su dependencia respecto a los detalles geométricos internos de las máquinas, propuesta de modificaciones geométricas, redacción de memoria y divulgación de resultados.

## **2.4 Resultados obtenidos**

Se ha realizado un amplio conjunto de simulaciones para casos con variaciones geométricas y distintas condiciones de operación. Para el primer diseño indicado por Samoa se comprobó que, de acuerdo con los datos de su banco de pruebas, se producía una excesiva caída de presión en la fase de aspiración que dificultaba la operación de la máquina. El análisis de los flujos internos sugirió ciertos cambios geométricos en los pasos internos, en línea con las modificaciones incorporadas por la empresa tras los primeros resultados. Los nuevos resultados obtenidos demostraron una sustancial mejora en las condiciones de aspiración, permitiendo un aumento de caudal hasta incluso rebasar las especificaciones inicialmente previstas por el fabricante. Así pues, ha quedado bien demostrado el potencial de la metodología elaborada para anticipar las prestaciones de las bombas de interés al acometer determinadas modificaciones geométricas.

## **2.5 Trabajos o necesidades futuras**

Aunque la herramienta elaborada puede ser una gran ayuda en el diseño de nuevos prototipos, caben aspectos de mejora relativos a la interacción dinámica entre el flujo y los elementos móviles de las máquinas de interés, en particular de las válvulas de apertura y cierre según el movimiento del diafragma. Un segundo grupo de aspectos de mejora se refiere a la incorporación de las propiedades reológicas de los fluidos bombeados cuando éstos tengan características de fluidos no newtonianos, como sucede a menudo en el ámbito de aplicación de la familia de bombas considerada. Por último, cabe integrar en un solo modelo flujos hidráulicos del fluido bombeado con el sistema de accionamiento neumático que se emplea para estas bombas, incluyendo además las válvulas de control y el propio diafragma como elementos móviles que acoplan ambos flujos (hidráulico y neumático).

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

Además de las reuniones de presentación de resultados que ya se han efectuado para los técnicos de la empresa Samoa, se está elaborando un artículo para un congreso internacional sobre la metodología de simulación desarrollada.

### 3. MEMORIA ECONÓMICA

| Financiación                            |  | Personal   | Inventariable | Fungible | Otros gastos |
|---|--|--|---------------|----------|--------------|
| IUTA                                    | SV-17-GIJÓN-1-24                               | 3000 €   |               |          |              |
| Otras fuentes                           | Referencia proyecto/contrato:<br>FUO-EM-033-15 |  |               | 400 €    | 300 €        |
| Estudiante con ayuda a la investigación | Nombre   | Iván García Blanco   |               |          |              |
|   | Tareas   | Colaboración en la elaboración de modelos, realización de simulaciones y análisis de resultados. |               |          |              |
|   | Período  | Septiembre-diciembre 2017  |               |          |              |

### 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,<br>Joaquín Fernández Francos  |
| Periodo de vigencia            | Febrero 2015-Diciembre 2017  |
| Entidad financiadora           | Saltos del Navia C.B.  |
| Cantidad subvencionada         | 6500 €   |