



**Título:** MODELADO NUMÉRICO DE BOMBAS VOLUMÉTRICAS DE DIAFRAGMA

**Nombre:** Menéndez Blanco, Alberto

**Universidad:** Universidad de Oviedo

**Departamento:** Energía

**Fecha de lectura:** 21/07/2017

**Programa de doctorado:** Programa Oficial de Doctorado en Ingeniería Energética

**Dirección:**

> **Director:** JESÚS MANUEL FERNÁNDEZ ORO

**Tribunal:**

> **presidente:** JORGE LUIS PARRONDO GAYO

> **secretario:** MARÍA TERESA PARRA SANTOS

> **vocal:** JOSEP M. BERGADA GRAÑO

**Descriptores:**

> PROCESOS DE BOMBEO

> BOMBAS Y EQUIPOS PARA MANIPULACION DE LIQUIDOS

> MAQUINARIA HIDRAULICA

> MECANICA DE FLUIDOS

**El fichero de tesis** ya ha sido incorporado al sistema

> <http://hdl.handle.net/10651/44966>

**Localización:** BIBLIOTECA CENTRAL UNIVERSIDAD DE OVIEDO

**Resumen:** La tesis presenta una novedosa metodología para el estudio computacional de bombas volumétricas de diafragma. En particular, se ha desarrollado un modelo CFD tridimensional y no estacionario, mediante mallado deformable, para estudiar el comportamiento del flujo hidráulico en el interior de una bomba de diafragma accionada neumáticamente. La tesis incluye un estudio estático de la máquina para caracterizar adecuadamente la densidad de malla y un modelo bidimensional reducido para fijar los parámetros básicos del modelo dinámico. En primer lugar se han obtenido las curvas de prestaciones de la máquina con los modelos numéricos desarrollados y se han comparado satisfactoriamente con las curvas experimentales de catálogo dadas por el fabricante. A continuación, se han desarrollado varias UDFs (funciones definidas por el usuario) con el código comercial ANSYS-Fluent para modelar correctamente el movimiento del diafragma, así como la apertura y el cierre de las válvulas de bolas que conectan los distintos pasos de fluidos mediante la interacción de esos contornos con las presiones generadas por el fluido (interacción fluido-estructura). Finalmente, se ha generalizado el modelo a partir de una geometría completamente tridimensional de la bomba y se han analizado en detalle los patrones de flujo en las zonas de aspiración e impulsión para un ciclo completo de trabajo de la



máquina. Se han conseguido reproducir fenómenos habituales de este tipo de máquinas como son el repiqueteo de las válvulas, los reflujos internos y las pérdidas volumétricas o los típicos retardos en el cierre y la apertura de las válvulas anti-retorno. Además, se han podido analizar el comportamiento de estos fenómenos en función de la presión de alimentación y del punto de funcionamiento de la bomba de diafragma.

El estudio numérico cuenta además con un set de ensayos en el laboratorio para validar los modelos CFD, en los que se han medido presiones no estacionarias en las cámaras para diversas condiciones de operación de la bomba, comparándose éstas con los valores obtenidos numéricamente tanto en el modelo 2D como en el 3D.

#### RESUMEN (en Inglés):

This work presents a novel methodology for the computational analysis of volumetric diaphragm pumps. In particular, a three-dimensional, unsteady CFD modeling has been developed using deformable meshing techniques to simulate the flow patterns within an air-operated diaphragm pump. Firstly, a static approach to the pump behavior has been attempted to determine the accurate mesh density required for this type of application. In addition, a preliminary two-dimensional dynamic model was also carried out to set the basic parameters of a full-unsteady simulation. At this point, the numerical performance curves of the pump have been obtained and satisfactorily compared to the experimental figures of merit of the pump provided by the manufacturer. Following, a set of UDFs (User Defined Functions) customized for the commercial ANSYS-Fluent software were developed to model accurately the dynamic movement of the pump diaphragm, as well as the ball valves opening and closing. The displacement of the non-returning valves, as a function of the pressure in the different aspirating and impulsion cavities (fluid-structure interaction), is essential to model correctly the working principle of these pumps and connect the corresponding flow paths inside the machine. Finally, a full 3D model was generated to obtain a full representation of the flow patterns in both inlet and outlet sections of the volumetric pump for a complete working cycle. Typical phenomena in this type of positive displacement pumps, like balls tapping, internal recirculations and volumetric losses have been successfully reproduced in the simulations. Also, typical delays for the opening and closing of the non-returning valves have been perfectly reproduced in the model, and their behavior as a function of the air supply pressure or the pump working condition has been studied in detail. Moreover, the numerical model is complemented with a set of laboratory tests of the studied diaphragm pump. For validation purposes, unsteady pressure signals in the different cavities of the machine have been measured for different operating conditions of the pump, and they have been compared with the numerical data obtained in both 2D and 3D models.