

## SIMULAÇÃO DE INTERAÇÃO FLUIDO ESTRUTURA EM DUTOS COM ESCOAMENTO INTERNO UTILIZANDO SOFTWARE LIVRE

### *SIMULATION OF FLUID STRUCTURE INTERACTION IN DUCTS WITH INTERNAL FLOW USING OPEN SOFTWARE*

Flávio Marcílio de Oliveira<sup>1</sup>, Marcelo Greco<sup>2</sup> e Rudolf Huebner<sup>3</sup>

- <sup>1</sup>. Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Estruturas da Universidade Federal de Minas Gerais; flavio\_mec@yahoo.com.br.
- <sup>2</sup>. Professor do Departamento de Engenharia de Estruturas da Universidade Federal de Minas Gerais; mgreco@dees.ufmg.br;
- <sup>3</sup>. Professor do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Minas Gerais; rudolf@ufmg.br.

**Resumo.** Neste artigo será apresentado o desenvolvimento numérico para análise de sistemas de tubulações com escoamento interno, incluindo os efeitos da interação fluido-estrutura (FSI), por meio da técnica particionada. O Método dos Volumes Finitos (MVF) será empregado para o escoamento, no qual o fluido será considerado incompressível e isotérmico em regime turbulento. Uma técnica de predição-correção, nos moldes do algoritmo SIMPLE, de Patankar e Spalding, será empregada para resolver o problema do acoplamento pressão-velocidade devido à consideração de incompressibilidade do fluido. Será adotada uma formulação Lagrangeana-Euleriana Arbitrária (ALE) para descrever o movimento da interface fluido-estrutura. O Método dos Elementos Finitos (MEF) será empregado para a tubulação, considerando os efeitos das não linearidades geométricas. O problema será considerado como acoplamento forte, sendo necessária uma abordagem de solução bidirecional. O movimento da malha será definido por meio de uma técnica de suavização de velocidade. A simulação será realizada com o auxílio de pacotes computacionais livres e com código aberto. Para a análise do escoamento será empregado o software Code\_Saturne, que é baseado no MVF e apresenta a formulação ALE e a técnica de predição-correção conforme o desenvolvimento de Patankar e Spalding implementadas em seu ambiente, além de permitir vários tipos de análises de escoamento. Para a análise da estrutura será empregado o software Code\_Aster, baseado no MEF e que permite resolver diversos problemas de dinâmica estrutural incluindo não linearidades físicas e geométricas. O acoplamento entre os dois softwares pode ser feito por meio de um supervisor denominado de YACS ou por meio de uma programação em linguagem Python. Para ser utilizado o supervisor YACS, todos os pacotes devem estar incorporados na plataforma Salomé-Meca.

**Palavras-chave:** FSI; Não linearidades geométricas; Formulação ALE; Dinâmica estrutural; Dinâmica dos fluidos;

**Abstract.** In this article, it will be presented the development of the numerical analysis for piping systems with internal flow, including the fluid-structure interaction (FSI) effects, by the partitioned technique. The Finite Volume Method (FVM) will be used for the flow in which the fluid is considered incompressible and isothermal in turbulent regime. A prediction-correction technique, similar to the SIMPLE algorithm of Patankar and Spalding, will be used to solve the coupling pressure-velocity problem due to the incompressible fluid consideration. The movement of the fluid-structure interface will be solved by Lagrangian-Eulerian Arbitrary formulation (ALE). The Finite Element Method (FEM) will be used for piping, considering the effects of geometric nonlinearities. The problem will be modeled as strong coupling; therefore, a bidirectional solution approach will be necessary. The mesh movement is defined by a speed smoothing technique. The simulation will be performed using free and open source computer packages. For the analysis of the flow the Code\_Saturne software will be used, which is based on FVM, considering the ALE formulation and prediction-correction techniques as development Patankar and Spalding implemented that allows various types of flows analysis. For the analysis of the structure will be used the Code\_Aster software, based on FEM and solves several problems of structural dynamics including physical and geometric nonlinearities. The coupling between the both software can be done by a supervisor called YACS, using a Python programming language. To be used YACS supervisor, all packages must be incorporated into the Salome-Meca platform.

**Keywords:** FSI; Geometric nonlinearities; ALE formulation; Structural dynamics; Fluid dynamics;