

ANÁLISIS COMPUTACIONAL DE LA ESTABILIDAD DINÁMICA DE UNA TUBERÍA HORIZONTAL QUE TRANSPORTA FLUJO BIFÁSICO

COMPUTATIONAL ANALYSIS OF THE DYNAMIC STABILITY OF A HORIZONTAL PIPE CONVEYING TWO-PHASE FLOW

L. Enrique Ortiz-Vidal^{a,b} y David G. Castillo Neciosup^b

^a*Univerisidad de O'Higgins, Instituto de Ciencias de la Ingeniería, Rancagua, Chile,
enrique.ortiz@uoh.cl, <http://www.uoh.cl>*

^b*Pontificia Universidad Católica del Perú, Departamento de Ingeniería, Grupo de Apoyo al Sector Rural, Lima, Perú, leortiz@pucp.pe, dgcastillo@pucp.edu.pe, <http://www.pucp.edu.pe>*

Palabras clave: estabilidad dinámica, flujo en tuberías, flujo bifásico.

Resumen. Se utiliza una formulación matemática acoplada para analizar la estabilidad dinámica de una tubería horizontal bi-empotrada que transporta flujo bifásico gas-líquido. Se parte de elementos diferenciales deformados de tubería y fluido a los cuales se aplican leyes de conservación y condiciones de compatibilidad. El fluido se modela mediante el enfoque de modelo homogéneo. Se discretiza la ecuación resultante mediante el método de Galerkin e integra temporalmente. Se implementa y resuelve usando Wolfram Mathematica®. Se analiza el truncamiento modal y paso temporal para garantizar independencia numérica de las predicciones. Mediante análisis espectral se identifica que la inestabilidad se presenta en el modo fundamental y su umbral crítico depende fuertemente de la velocidad del flujo. Los resultados se contrastan con la literatura, mostrando buena concordancia y validando la formulación e implementación numérica.

Keywords: dynamic stability, pipe flow, two-phase flow.

Abstract. A coupled mathematical formulation is employed to investigate the dynamic stability of a clamped-clamped horizontal pipe conveying gas-liquid two-phase flow. The formulation is derived from differential elements of the pipe and the internal fluid to which conservation laws and compatibility conditions are applied. The fluid is modeled using the (no-slip) homogeneous flow approach. The resulting equation is discretized spatially via the modal Galerkin method and integrated in time, and implemented and solved in Wolfram Mathematica®. Convergence analyses with respect to modal truncation and time-step refinement are conducted to ensure the numerical independence of the predictions. Spectral analysis is then used to identify the critical conditions for loss of stability: instability first appears in the fundamental mode, and its critical threshold is strongly dependent on the flow velocity. The numerical results are compared with data from the literature, showing good agreement and thereby validating both the formulation and its computational implementation.

Agradecimientos: Dr. Ortiz-Vidal agradece a la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID-Chile) por el financiamiento Fondecyt Iniciación 11240690.