

UN ENFOQUE MULTIESCALA BASADO EN DATOS PARA LA SIMULACIÓN EN ALTA FIDELIDAD DE FLUJOS COMPLEJOS

A DATA-DRIVEN MULTISCALE APPROACH FOR THE HIGH-FIDELITY SIMULATION OF COMPLEX FLOWS

Juan M. Gimenez^{a,b}, Axel E. Larreteguy^c, Norberto N. Nigro^b, Francisco M. Sívori^c y
Sergio R. Idelsohn^a

^a*Centre Internacional de Mètodes Numèrics en Enginyeria (CIMNE), Barcelona, Spain*

^b*Centro de Investigación de Métodos Computacionales (CIMEC, UNL-CONICET), Santa Fe, Argentina*

^c*Universidad Argentina de la Empresa (UADE), Buenos Aires, Argentina*

Palabras clave: Modelado multiescala, Flujos turbulentos, Flujos cargados de partículas, Simulación numérica directa, Elemento de volumen representativo.

Resumen. La simulación numérica en alta fidelidad de flujos multifásicos y/o turbulentos utilizando métodos de simulación directa (DNS) es inabordable. La metodología P-DNS (Pseudo-DNS), que define dos escalas que se resuelven numéricamente, procura reducir el requerimiento computacional parametrizando el problema de escala fina. Esto, junto con condiciones de contorno apropiadas, permite precomputar la respuesta dinámica en un elemento de volumen representativo (RVE) aislado. Con estos resultados se entrenan modelos reducidos que son utilizados al resolver problemas en la escala gruesa. En este trabajo se presenta la aplicación de P-DNS en el estudio de distintos flujos complejos, con énfasis en los flujos cargados de partículas. El requerimiento de integrar en forma Lagrangiana cada partícula es abordado por P-DNS considerando la fase particulada como un campo continuo, compresible, que interactúa con el fluido circundante y cuya dinámica de transporte es precomputada en un RVE específico. Los casos de estudio confirman el potencial de la metodología al lograr resultados confiables con recursos modestos.

Keywords: Multiscale modeling, Turbulent flows, Particle-laden flows, Direct numerical simulation, Representative volume element.

Abstract. The high-fidelity simulation of multiphase and/or turbulent flows using direct simulation methods (DNS) is unaffordable. The P-DNS (Pseudo-DNS) method, which defines two scales that are solved numerically, seeks to reduce the computational effort by parameterizing the fine scale problem. This, together with appropriate boundary conditions, allows the dynamic response to be precomputed on an isolated representative volume element (RVE). These results serve to train reduced models, which are finally used to solve coarse-scale problems. This work presents the application of P-DNS for the study of particle-laden flows. The Lagrangian integration of each particle is addressed by P-DNS considering the particulate phase as a continuous, compressible field that interacts with the surrounding fluid and whose transport dynamics is precomputed in a specific RVE. The case studies confirm the potential of the methodology to achieve reliable results with modest resources.