Resumen

El trabajo desarrollado consiste en el diseño, la construcción y la instrumentación de un túnel te viento subsónico de circuito abierto que será adecuado en el laboratorio de mecanismos y simulación numérica ubicado dentro de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Para lo cual se realiza una revisión bibliográfica que establece las dimensiones y criterios de diseño de los principales componentes. Luego mediante el programa Inventor Autodesk se realiza el modelado mecánico de las piezas y se desarrolla un sistema de instrumentación en base al microcontrolador Arduino Uno y un sensor de hilo caliente para registrar la velocidad del flujo. Finalmente, se realiza simulación numérica con el programa de Ansys Fluent empleando el modelo de turbulencia k-ω SST. La validación numérica incluye estudios de independencia de malla y la verificación del tratamiento de pared mediante valores de Y+ cercanos a la unidad. Los resultados obtenidos permiten alcanzar velocidades de flujo de hasta 9 m/s, correspondientes a un régimen subsónico, con una intensidad de turbulencia aproximada del 1 % en la zona de pruebas. La comparación entre los resultados experimentales y numéricos muestra diferencias de velocidad comprendidas entre 0.05 y 0.40 m/s, además de una adecuada correspondencia cualitativa en la distribución de velocidades, presiones y líneas de corriente. Asimismo, los coeficientes aerodinámicos obtenidos para los modelos analizados presentan valores consistentes con los reportados en la literatura especializada. Finalmente, se obtiene un prototipo funcional de bajo costo que constituye una herramienta de apoyo académico para la enseñanza de la aerodinámica, la experimentación en dinámica de fluidos y la validación de estudios CFD en el Laboratorio de Mecanismos y Simulación Numérica de la ESPE.

Palabras clave: aerodinámica experimental, modelo k-ω SST, prototipo, simulación numérica, túnel de viento subsónico.

Abstract

This project involves the design, construction, and instrumentation of an open-circuit subsonic wind tunnel that will be installed in the Mechanics and Numerical Simulation Laboratory at the University of the Armed Forces (ESPE). To this end, a literature review was conducted to establish the dimensions and design criteria for the main components. Next, the mechanical modeling of the parts was performed using Autodesk Inventor, and an instrumentation system was developed based on the Arduino Uno microcontroller and a hot-wire anemometer to measure flow velocity. Finally, numerical simulations were conducted using Ansys Fluent with the k-ω SST turbulence model. The numerical validation includes mesh independence studies and verification of the wall treatment using Y+ values close to unity. The results obtained allow for flow velocities of up to 9 m/s, corresponding to a subsonic regime, with an approximate turbulence intensity of 1% in the test zone. A comparison between the experimental and numerical results shows velocity differences ranging from 0.05 to 0.40 m/s, as well as good qualitative agreement in the distribution of velocities, pressures, and streamlines. Furthermore, the aerodynamic coefficients obtained for the analyzed models are consistent with those reported in the specialized literature. Finally, a low-cost, functional prototype was developed that serves as an academic support tool for teaching aerodynamics, conducting fluid dynamics experiments, and validating CFD studies at the ESPE's Laboratory of Mechanisms and Numerical Simulation.

Keywords: experimental aerodynamics, k-ω SST model, prototype, numerical simulation, subsonic wind tunnel.