

Resumo

O objectivo da presente tese é a utilização de anemometria sónica no estudo de escoamentos atmosféricos em terreno complexo. A vantagem do anemómetro sónico está na medição simultânea de todas as componentes dos campos de velocidade média e turbulenta.

Após uma fase inicial de medições em laboratório, utilizou-se o anemómetro sónico no Parque Eólico de Pena Suar, na Serra do Marão, para caracterização da turbulência e da componente vertical da velocidade do vento. Estes ensaios mostraram que o anemómetro sónico é uma boa ferramenta para avaliação dos recursos eólicos e complementar de outros anemómetros mais convencionais, como seja o anemómetro de copos.

As medições mostraram que as componentes verticais do escoamento são muito influenciadas pela orografia e podem atingir até 20% da componente horizontal.

Para velocidades de vento inferiores a 5 ms^{-1} foram observadas características anisotrópicas da estrutura da turbulência. Para valores de vento superiores a 5 ms^{-1} , a intensidade de turbulência medida por anemómetros de copos pode ser cerca de 4 vezes superior aos valores medidos pelo anemómetro sónico.

A análise espectral do sinal do anemómetro sónico mostrou que grande parte da energia cinética turbulenta se encontra em frequências inferiores a 1 Hz. Para estudos futuros da turbulência atmosférica recomendam-se frequências de amostragem superiores 2 Hz.

Abstract

The objective of the present thesis is the use of ultrasonic anemometry in the study of atmospheric flows over complex terrain. The main advantages of the use of ultrasonic anemometry are the simultaneous measurements of the mean and turbulent velocities of the wind field.

After an initial stage of laboratory measurements, the sonic anemometer was used in the Pena Suar wind farm, at the Marão Mountains (North of Portugal), to characterise the turbulence and vertical components of the wind flow. The tests showed that the sonic anemometer, is a good tool to analyse the wind resources and to complement measurements by conventional anemometer, such as cup anemometers.

For wind velocities higher than 5 ms^{-1} , the turbulence intensity measured by cup anemometers was found to be approximately 4 times higher than the turbulence intensity measured by the sonic anemometer. For wind velocities lower than 5 ms^{-1} anisotropic characteristics of the turbulence structure were observed.

The spectral analysis of the sonic anemometer signal showed that significant part of the turbulent kinetic energy occurs at spectrum frequencies lower than 1 Hz. For future studies of atmospheric turbulence sampling rates higher than 2 Hz should be used.