

Modelagem numérica do vento atmosférico pelo método de decomposição espectral

Castro, H. G, Wittwer, A. R; De Bortoli, M. E; Marighetti, J. O.

Universidad Nacional del Nordeste – Resistencia, Chaco. Argentina
e-mail: hugoguillermo_castro@yahoo.com.ar

1. Introdução

Na avaliação numérica de problemas vinculados ao vento atmosférico, a turbulência pode ser simulada como um processo aleatório gaussiano com valor médio zero. Neste trabalho emprega-se um método de simulação limitado à componente flutuante longitudinal. O campo de velocidades é obtido por um procedimento numérico que contempla a correlação espacial y temporal mediante a decomposição da matriz espectral.

2. Modelagem do vento atmosférico

Para descrever a estrutura do vento precisa-se definir à *cpdsf* (cross-power density spectral function) das flutuações longitudinais:

$$S_u(x, z; x', z'; n) = \sqrt{S_u(z; n) S_u(z'; n)} \text{Coh}(x, z; x', z'; n) \quad (1)$$

onde $S_u(z; n)$ é a função denominada *pdsf* (power density spectral function) e n a frequência. Neste trabalho foi utilizada a equação (2) proposta por Solari (1987). A correlação cruzada das componentes longitudinais em diferentes pontos do espaço, no domínio da frequência, é quantificada pela função de coerência dada por Davenport.

$$\frac{n S_u(n)}{\sigma_u^2} = \frac{6,868 n L_u(z) / \bar{u}(z)}{[1 + 10,32 n L_u(z) / \bar{u}(z)]^{5/3}} \quad (2)$$

Segundo Shinozuka et al. (1990), considera-se um conjunto de m processos aleatórios gaussianos estacionários $f_j^o(t)$, $j = 1, 2, \dots, m$, com media zero e com uma matriz de densidade espectral cruzada $S^o(\omega)$, cujos elementos $S_{jk}^o(\omega)$ são a transformação de Wiener-Khintchine da função de correlação cruzada, ($j \neq k$), ou da função de autocorrelação para ($j=k$), sendo ω a frequência angular. A matriz $S^o(\omega)$ é definida positiva e Hermitiana, portanto é possível utilizar a decomposição de Cholesky, obtendo-se a matriz triangular inferior $H(\omega)$. Sob estas hipóteses, o processo $f_j^o(t)$ pode ser simulado por:

$$f_j(t) = \sum_{k=1}^m \sum_{n=1}^N |H_{jk}(\omega_n)| \sqrt{2\Delta\omega} \cos[\omega_n t + \theta_{jk}(\omega_n) + \phi_{kn}] \quad (3)$$

onde $\Delta\omega$ é o intervalo de frequência, $\omega_n = \Delta\omega(n-1)$, ϕ_{kn} os ângulos de fase aleatórios distribuídos entre 0 e 2π e $\theta_{jk}(\omega_n)$ relaciona as componentes imaginárias com as reais de $H(\omega)$.

3. Resultados

Os registros da componente flutuante da velocidade do vento, $f_j(t)$ ($j=1,2,\dots,10$), foram gerados para pontos colocados a $z=10, 20, \dots, 100$ m, respectivamente, sobre um mesmo eixo vertical. Na Figura 1 apresentam-se os registros obtidos pela simulação numérica em três pontos.

Na mesma figura comparam-se os espectros obtidos aplicando a transformada discreta de Fourier aos dados simulados, com os espectros teóricos (1), para o qual foi elaborada um algoritmo baseado no Lema de Danielson-Lanczos (Press et al., 2001). A Curtosis varia desde 2,59 a 3,75 com média de 2,94, enquanto que a Skewness (assimetria) varia no intervalo de -0,40 e 0,53 com média de 0,01; indicando que as series temporais simuladas apresentam um comportamento próximo ao Gaussiano.

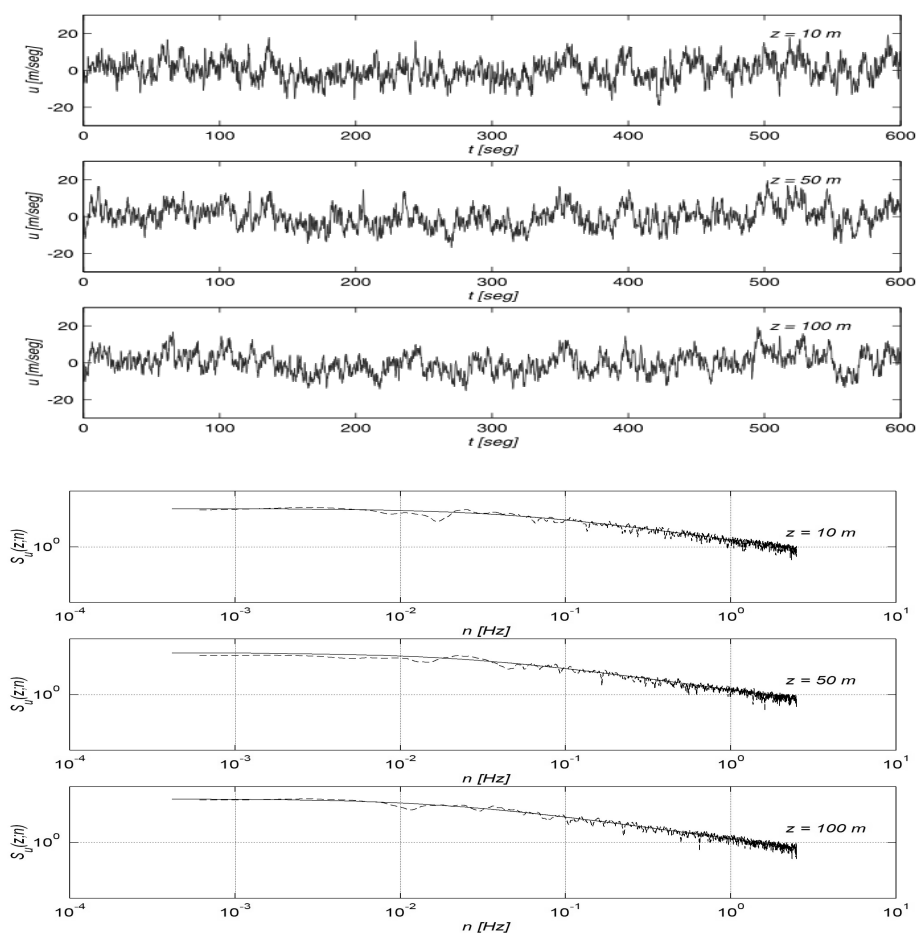


Figura 1. Registros simulados da velocidade flutuante longitudinal e comparação com espectros teóricos.

4. Considerações finais

Os valores estatísticos obtidos nos registros simulados e da comparação efetuada com o espectro teórico, permitem estabelecer que os registros resultantes descrevem adequadamente as flutuações de velocidade correspondentes a ventos na camada limite atmosférica, neutralmente estável, relacionados com tormentas fortes. Este tipo de simulação pode ser utilizado para a análise dinâmica de estruturas. Neste estudo o campo foi discretizado numa linha vertical, mas é possível considerar um plano.

5. Referências

W. H. Press, S. A. Teukolsky, W. T. Vetterling, y B. P. Flannery. *Numerical recipes in FORTRAN 77: The art of Scientific computing*. Cambridge University Press 1986, 1992, 2001.

M. Shinozuka, C-B. Yun, y H. Seya. Stochastic methods in wind engineering. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 36, 829-843, 1990.

G. Solari. Turbulence modeling for gust loading. *Journal of Structural Engineering*, 113(7), 1550-1569, 1987.