Indique nesta linha o Nº do Painel ou o Nº do Simpósio onde quer ver integrado o seu artigo

PROPAGAÇÃO DE INCERTEZAS NO PROJECTO ÓPTIMO

DOS COMPÓSITOS BASEADO NA FIABILIDADE

**Luísa N. Hoffbauer1(\*), Carlos C. António2**

1Instituto Politécnico do Porto, Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP) - Porto, Portugal

2Universidade do Porto, Faculdade de Engenharia, IDMEC - Porto, Portugal

(\*)*Email:* lnh@isep.ipp.pt

RESUMO

O objectivo deste trabalho é o estudo da propagação das incertezas das variáveis aleatórias de entrada, tais como as propriedades mecânicas, na resposta de estruturas compósitas laminadas sujeitas a um nível de fiabilidade imposto (RBDO inverso). Apresenta-se uma nova abordagem baseada num modelo de aproximação que simula simultaneamente a função de estado limite, o índice de fiabilidade e as suas derivadas. Pretende-se obter uma visão global da resposta estrutural, em particular do número de Tsai crítico associado com o ponto de falha mais provável (MPP), do índice de fiabilidade da estrutura e das respectivas sensibilidades.

***Palavras-chave****:* incertezas, problema inverso, redes neuronais, delineamento uniforme.

**INTRODUÇÃO**

O estudo mais realista de falhas de estruturas em cenários envolvendo incerteza está associado ao uso de métodos de análise de fiabilidade. Com efeito, a necessidade de uma análise de fiabilidade associada ao projecto óptimo aplicado a estruturas compósitas tem vindo a aumentar nos últimos anos.

A necessidade de um grande número de simulações tem acelerado o desenvolvimento de modelos de aproximação na análise de fiabilidade e no Projecto Óptimo baseado na Fiabilidade (RBDO). Em particular, foram usadas redes neuronais artificiais (RNA) para aproximar a função de estado limite e as suas derivadas (Nguyen-Thien e Tran-Cong, 1999, Deng *et al*., 2005). Cheng (2007) propôs uma técnica híbrida para análise de fiabilidade estrutural baseada em RNA, combinada com algoritmos genéticos (AG).

No presente artigo descreve-se o estudado do problema da propagação de incertezas no RBDO de estruturas compósitas laminadas. O objectivo desta abordagem é o estudo da propagação de incertezas das variáveis aleatórias de entrada, tal como as propriedades mecânicas, na resposta de estruturas compósitas laminadas avaliada para um índice de fiabilidade especificado.

**RESULTADOS**

Para testar a abordagem proposta em estruturas compósitas, considera-se uma casca cilíndrica encastrada em compósito laminado, representada na Figura 1.

A análise estrutural da estrutura compósita laminada é baseada no método dos Elementos Finitos (MEF) e no modelo de elemento finito de casca degenerado (Ahmad, 1969).



Fig. 1 - Discretização MEF e condições de carga na casca cilíndrica em compósito laminado.

São estudados dois sistema compósitos para o laminado: (1) GFRP, Vidro E/Resina de Epóxido (Scotchply 1002) e (2) CFRP, Carbono/ Resina de Epóxido (T300/N5208) (Tsai, 1987).

**CONCLUSÕES**

A abordagem pelo MCS baseada na RNA proposta mostra que as variações nos valores médios das propriedades mecânicas se propagam e até se ampliam nos resultados do índice de fiabilidade medido e usado no RBDO de estruturas compósitas. Foi demonstrada a eficiência da abordagem pelo MCS baseado na RNA proposta para a análise da propagação de incertezas no RBDO. O estudo efectuado prova que a variabilidade do índice de fiabilidade no RBDO, como função das incertezas dos valores médios, pode tornar-se muito elevada. Esta alta variabilidade também é corroborada com o cálculo de medidas de sensibilidade relativa. Este aspecto deve ser considerado no projecto robusto já que a variabilidade elevada na resposta estrutural pode reduzir drasticamente a qualidade das soluções do projecto óptimo para estruturas compósitas.

**AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem o suporte financeiro concedido pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT), Portugal, através do financiamento plurianual da Unidade 10/225-UMNMEE.

**REFERÊNCIAS**

Cheng, J., Hybrid genetic algorithms for structural reliability analysis, Computers and Structures, Vol.85, pp.1524-1533, 2007.

Deng, J., Gu, D., L,i X., Yue, Z.Q., Structural reliability analysis for implicit performance functions using artificial neural networks, Structural Safety, Vol.27, pp.25-48, 2005.

Nguyen-Thien, T., Tran-Cong, T., Approximation of functions and their derivatives: A neural network implementation with applications, App. Math. Modelling, Vol.23, pp.687-704, 1999.

Tsai, S.W. Composites Design, Dayton, USA, Think Composites, 1987.