

ANÁLISE DINÂMICA E MODAL DE UMA “ASA INTELIGENTE”.

Henrique Gabriel Borduqui, Prof. Dr. Vicente Lopes Júnior, Cássio Thomé de Faria. – Mecânica dos Sólidos – Engenharia Mecânica – Departamento de Engenharia Mecânica – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – Campus de Ilha Solteira.

As ligas de memória de memória de forma (SMA- Shape Memory Alloys) são consideradas “materiais inteligentes” por possuir a característica termomecânica de retornar a sua forma original, submetida a uma certa temperatura ou tensão, após ser deformada plasticamente. Esse fenômeno está associado à mudança da fase austenítica para martensítica presentes na liga, a fase da martensita é estável em baixas temperaturas sendo facilmente deformável, a fase da austenita é estável em altas temperaturas, conforme descrito em Savi, 2004. Os fenômenos mais conhecidos da liga são o de pseudo-elasticidade, efeito de memória de forma, e efeito de memória de forma reversível.

Esse material vem sendo bastante utilizado em áreas médicas, industrial, e na aeroespacial, esta área é a qual se insere este trabalho, pois sugere-se um novo sistema estrutural para aeronaves (Breitbach *et. al.*, 2001). É proposta a substituição dos sistemas hidráulicos usados na atuação dos flaps/ailerons por sistemas chamados “inteligentes”. O conjunto asa e atuação via material inteligente é denominado “asa inteligente” (Silva, 2005).

Toma-se como base o projeto de uma asa com perfil selig 1223 da equipe Zebra de aerodesign, da UNESP - campus de Ilha Solteira, ilustrado na figura 1:

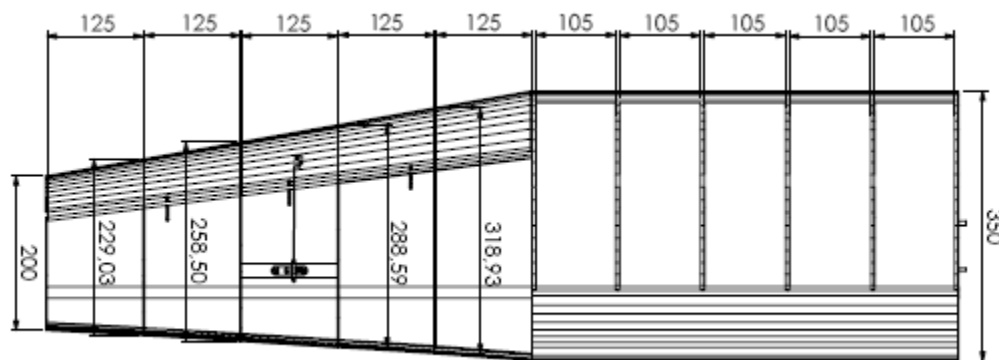


Figura 1 – Ilustração da asa utilizada como modelo (medidas em mm)

O sistema de atuação do aileron (figura 2) é composto de uma placa de SMA situada entre duas camadas do material que é feito a asa. Na proposta atual a asa é construída de alumínio e através da aplicação de uma corrente elétrica a SMA tensiona o material que o comprime para tentar retornar a sua geometria original, deformando elasticamente a estrutura de alumínio. O novo formato, devido a deformação fornece as propriedades aerodinâmicas desejadas a asa. Após o cessar da corrente elétrica, a estrutura de alumínio exerce a tensão necessária para retornar a asa e a liga de memória de forma a posição inicial.

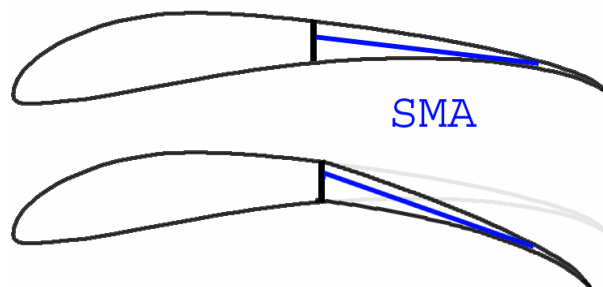


Figura 2 – Esquema de atuação do aileron

A aplicação do modelo proposto otimiza a aerodinâmica da estrutura, reduz custos de manutenção, diminui o tempo de resposta ao comando de atuação e reduz o peso da aeronave. Deve-se

então verificar as propriedades dinâmicas desta nova estrutura, para se concluir da viabilidade do projeto, tendo em vistas que tais alterações estruturais podem, por exemplo, criar uma ressonância entre a asa e o motor da aeronave, resultando na falha do equipamento.

Realizou-se a análise modal da asa nas duas posições máximas do aileron, a posição inicial (deformação da placa de SMA nula) e na posição final (deformação da placa de SMA máxima) e também se verificou o movimento do aileron quando submetido as tensões da atuação. Estas análises foram realizadas via método dos elementos finitos, utilizando-se do programa comercial ANSYS®, um recurso bastante avançado para simulação virtual.

Tomou-se um elemento de casca elástico definido por 8 nós, retangular e com espessura de 0,002 m. Cada nó apresenta 6 graus de liberdade : translação nos eixo X, Y e Z, e rotação em torno dos mesmos três eixos. Cada elemento tem 0,007 m de comprimento. As propriedades físicas do material da asa são mostradas na tabela 1. Desconsiderou-se, devido a pequena proporção, as características físicas da SMA. As propriedades do alumínio nas análises a seguir, são consideradas lineares e isotrópicas.

Densidade	2700 Kg/m ³
Módulo de elasticidade	70 GPa
Coefficiente de poisson	0,33

Tabela 1 – Propriedades do material que constitui o conjunto asa aileron

Na figura 3 é mostrado o 7º modo de vibrar da estrutura, que é o caso mais crítico dentre os modos extraídos da estrutura, pois apresenta os maiores deslocamentos:

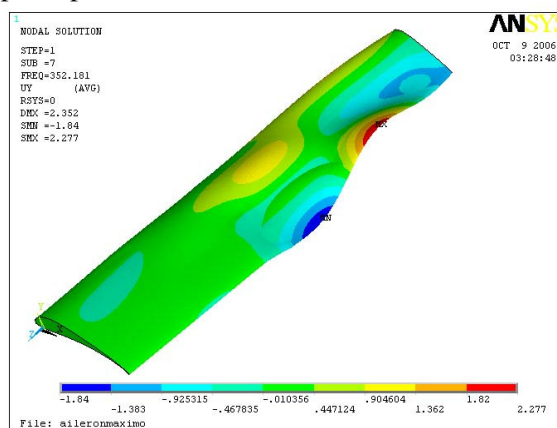


Figura 3 – Sétimo modo de vibrar da “asa inteligente” (frequência natural = 352,18 Hz).

Temos também o deslocamento do aileron, quando considerarmos a pressão de 25 Pa exercida pela SMA sobre o próprio aileron:

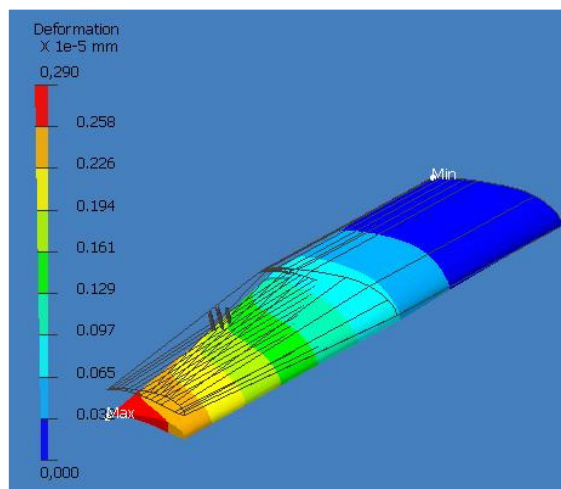


Figura 4 – Deformação da “asa inteligente”

Pela análise realizada (modal e dinâmica) podemos concluir que fenômenos de ressonância para esta estrutura são raros, pois a frequência natural da estrutura nos modos analisados não estão nas faixas de frequência que os fenômenos naturais ocorrem durante a operação do tipo de aeronave que foi analisada. Cabe salientar que, cada estrutura apresenta modos próprios de vibração e, portanto, análise similar deve ser realizada para cada caso.

A deformação provocada pela SMA se mostrou, através da figura 4, eficiente para provocar as alterações aerodinâmicas necessárias para o controle do voo da aeronave. Através deste trabalho evidenciamos a eficiência deste novo método de atuação do aileron.

Referencias bibliográficas

- [1] Savi, Marcelo Amorim. Modelagem do Comportamento Termomecânico das Ligas com Memória de Forma. In: 3.º Congresso Temático de Dinâmica, Controle e Aplicações - 3.º DINCON, Ilha Solteira, junho, 2004.
- [2] Elmar J. B. *et al.* “Overview of Adaptronics in Aeronautical Applications”, Revista Air & Space Europe, v. 3, n. ¾, p.148-151, 2001.
- [3] Silva, E. P. da. “Aplicação de ligas com memória de forma em estruturas adaptativas”. [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <dasilva@unb.br> em 20 out. 2005.