

FADIGA no Domínio da Frequência com o nCode

As propriedades de material e resultados provenientes de análises conduzidas no ANSYS Workbench podem ser direta e facilmente acessados e visualizados pelo nCode DesignLife.

Por Giovanni de Moraes Teixeira, ESSS

Dois temas de grande importância e interesse aos parceiros da ESSS e, particularmente, aos usuários do software ANSYS estão presentes neste artigo. Como é do conhecimento de alguns, recentemente, o reconhecido código nCode DesignLife fora adquirido pela ANSYS e integrado ao ambiente Workbench 11.0 SP1 (figura 1). Atualmente na sua versão 5.1, o nCode é um código de fadiga avançado, cujas particularidades serão discutidas logo abaixo, estando o mesmo disponível nas plataformas Windows 32bits - XP, Vista - e Windows 64bits - XP 64, Vista 64.

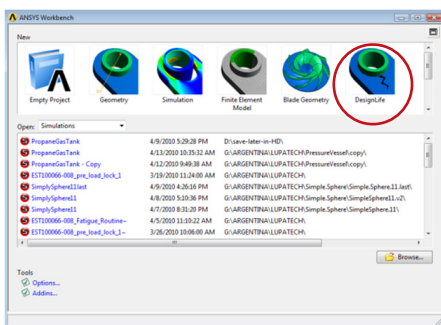


Figura 1 - nCODE Module.

A consequência imediata da integração mencionada é que as propriedades de material e resultados provenientes de análises conduzidas na plataforma Workbench podem ser direta e facilmente acessados e visualizados pelo DesignLife. O ambiente gráfico do nCode (figura 2) é flexível e amigável, constituindo-se basicamente de uma área de trabalho central (onde a sequência de análise será definida), barras de ferramentas e menus na parte superior e laterais.

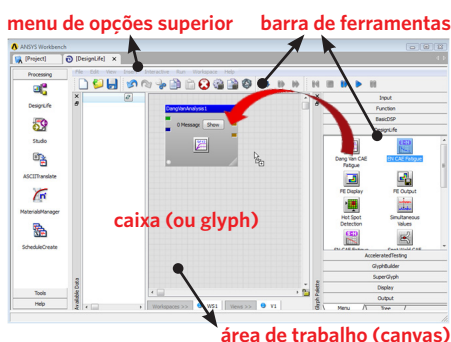


Figura 2 - nCode DesignLife Fatigue Module.

As caixas (denominadas glyphs) podem ser arrastadas da lateral, posicionadas na área de trabalho (figura 2) e interconectadas (figura 3) de forma a reproduzir uma situação de teste ou ciclo de funcionamento de um componente ou estrutura inteira.

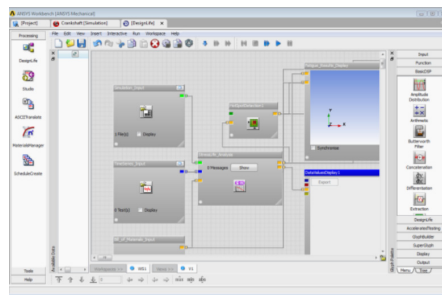


Figura 3 - Interconexão de Glyphs (caixas).

MÓDULO DE FADIGA X nCODE

A grande pergunta, que o usuário deve estar se fazendo é sobre as diferenças entre o módulo de fadiga, que acompanha o Workbench desde as suas primeiras versões, e o recentemente incorporado nCode. Não apenas o nCode é bem mais completo, mas também permite ao usuário trabalhar com resultados de outros códigos de elementos finitos, além do ANSYS. Além dos tradicionais "solvers" SN e εN, o nCode traz também o "solver" DANG Van, para o cálculo dos fatores de fadiga em cenários de carregamentos complexos e multiaxiais, típicos da indústria automobilística.

Outro destaque importante é a possibilidade de se trabalhar no domínio da frequência (figura 4), em vez do domínio do tempo. A grande maioria das análises estruturais fazem uso de cargas estáticas equivalentes, em parte justificadas pela dificuldade em definir e analisar uma situação dinâmica. Como blocos de carregamentos estáticos são independentes da frequência, a resposta dinâmica, (neste tipo de abordagem) da estrutura (ou componente) é, desta maneira, omitida nos cálculos.

A saída seria utilizar a abordagem "transiente", em lugar da estática, sacrificando custo computacional em favor da precisão numérica, caso o "time step"

seja pequeno o suficiente a fim de capturar as frequências dominantes que podem ser altas.

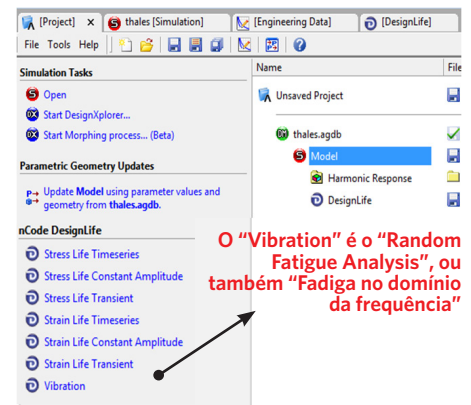


Figura 4 - Menu de opções nCode DesignLife.

Um método alternativo para cálculo da vida à fadiga é, assim, o domínio da frequência, em vez do domínio do tempo. Neste caso, o carregamento imposto seria uma PSD (Power Spectral Density) e o ponto de partida (análise FEA) muda de estática para harmônica, dentro do ambiente Workbench (figura 5).

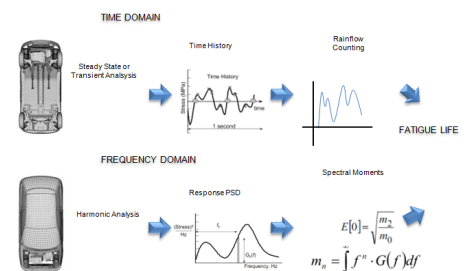


Figura 5 - Fluxograma do cálculo da Fadiga no domínio do tempo e da frequência.

Uma vez que o cálculo da fadiga é uma tarefa de pós-processamento, a maior parte do esforço computacional é gasto em resolver o modelo estrutural. No domínio do tempo, o modelo é resolvido a cada passo no tempo (time steps). Desta maneira, N time-steps requerem N+1 análises. No domínio da frequência, uma função de transferência linear é calculada uma vez apenas. Consequentemente, N time-steps levariam apenas um pouco mais de tempo que a única análise de um ponto.

A limitação, obviamente, como o leitor já deve ter deduzido, é a exigência de que a estrutura se comporte de maneira linear.

Como mostra a (figura 4), a análise tem início com a escolha do "Vibration", ainda na página de projetos do Workbench, tendo como base uma análise harmônica previamente executada, como mostra a (figura 6).

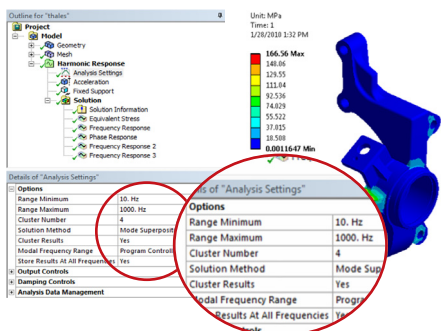


Figura 6 - Análise harmônica na ANSYS Workbench.

Na análise harmônica acima, uma aceleração unitária excita o componente mostrado num intervalo de frequência que vai de 10 a 1000Hz. Para que a dinâmica do sistema seja bem representada, as frequências dos modos de vibrar mais importantes devem estar contidas no intervalo de análise mencionado.

O teste de fadiga, neste caso, consistirá numa aceleração randômica na direção vertical. Tendo acionado o "Vibration", na página de projetos do Workbench, a área de trabalho do nCode é automaticamente preenchida (figura 7) com as caixas de entrada, saída e solução, interligadas de tal forma a reproduzir corretamente o ciclo de testes.

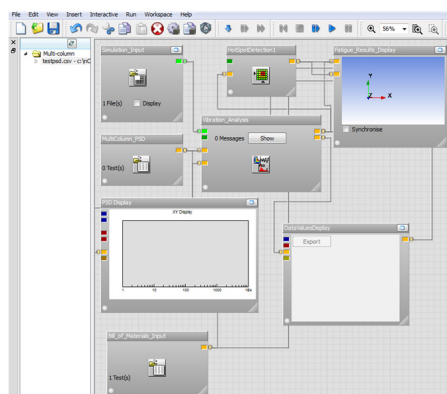


Figura 7 - Área de trabalho (canvas) do nCode.

Uma PSD de entrada deve ser associada ao modelo, como mostra a (figura 8). No menu File > Open Data Files (1), abre-se a janela abaixo, onde o usuário deve buscar o arquivo de dados (2) e selecioná-lo na janela de testes disponíveis (3), adicionando-o à lista de arquivos através do botão (4) indicado.

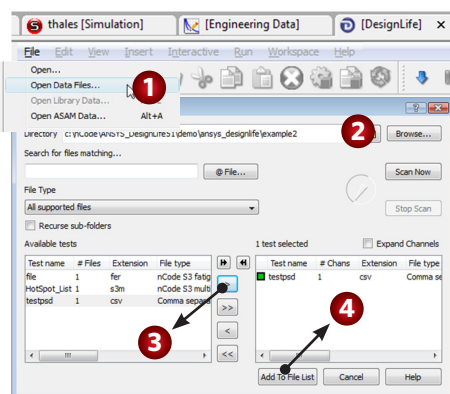


Figura 8 - Leitura da PSD de entrada.

O contador de arquivos da caixa "Multicolumn PSD glyph" muda automaticamente o valor (figura 9), arrastando-se o arquivo (file.csv) disponível na área de dados à esquerda (1) até ela.

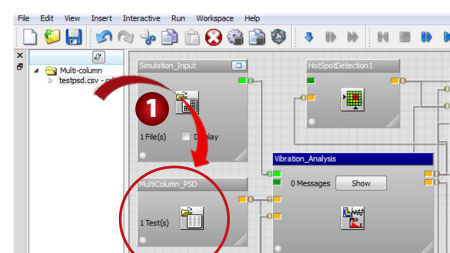
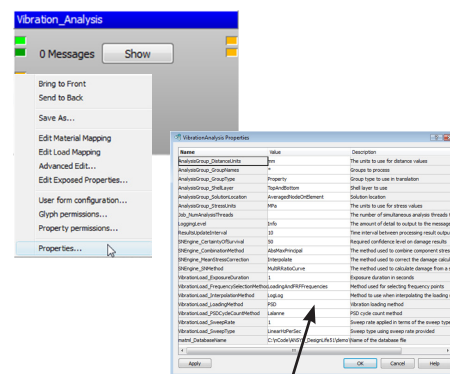


Figura 9 - Leitura da PSD de entrada.

O último passo, antes do início das análises, é a configuração da solução. É possível controlar os métodos de interpolação, o tipo de carregamento (PSD ou SweptSine), o tempo de duração da análise (figura 10), e a técnica utilizada na predição da PDF (Probability Density Function) - Lanne, Dirlik, Narrow Band e Steinberg (figura 10). Os mais comumente utilizados são Dirlik e Lanne.

O campo "Exposure duration" informa o tempo a que a estrutura ou componente estará submetido ao carregamento randômico.



Metodologia de contagem dos ciclos PSD.

Figura 10 - Solution Properties.

Vale lembrar que as propriedades de material podem ser redefinidas (figura 11). Clique em "Vibration Analysis" > "Edit Material Mapping" (1). Na janela (2) que surge é possível trabalhar as alterações desejadas.

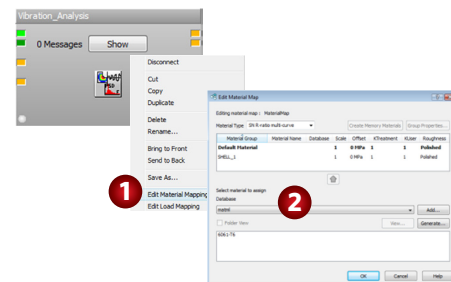


Figura 11 - Edição das propriedades de material.

O botão indicado na figura 12 (1) dá início aos cálculos que, concluídos, irão povoar as três janelas (2) abaixo. A primeira das janelas contém a vida resultante do componente devido ao tempo de exposição à aceleração PSD. A segunda contém uma tabela listando os nós mais danificados (pode ser exportada). A terceira contém um pequeno relatório, chamado Studio Display.

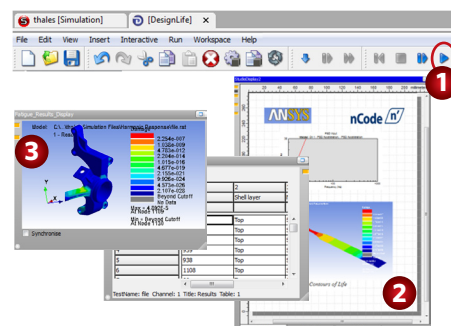


Figura 12 - Análise e Resultados.

Os resultados podem ser visualizados na forma de vida ou dano. Basta um clique na janela FE Display, figura 12 (3), selecionando "properties". Lá o usuário encontrará ferramentas para ajuste da visualização gráfica (legenda, formato, etc).

Desta forma, de uma maneira muito simples e rápida, é possível fazer uma análise de fadiga seguindo uma metodologia moderna (domínio da frequência) e que, sob carregamento randômico, é mais econômica, computacionalmente e, por considerar os efeitos dinâmico, dentro do regime elástico, pode ser uma opção mais prática na abordagem de problemas que envolvam interação fluido-estrutura, terremoto, transporte, entre outros.