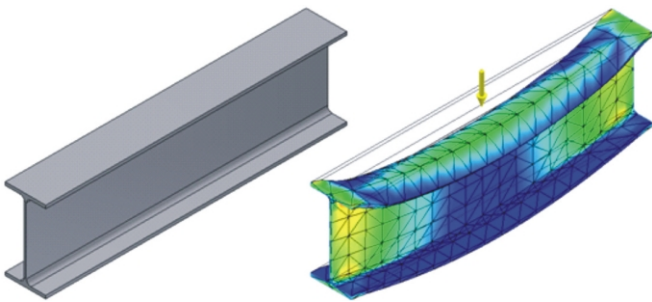


■ Análise por Elementos Finitos

1. Introdução

Na concepção de novos projectos é normal ter que decidir que forma e que dimensões definir para que os componentes suportem da melhor maneira os diferentes esforços a que vão estar sujeitos. Durante muito tempo essas decisões baseavam-se muito na intuição e na experiência do projectista. Com o aparecimento das ferramentas de análise por elementos finitos, as decisões podem ser agora baseadas numa análise mais coerente, considerando as propriedades físicas e mecânicas dos componentes. A existência destas ferramentas, em ambiente de modelação e montagens, permite que muito rapidamente se ajuste a forma e as dimensões dos componentes, em função dos estudos efectuados. Os resultados do estudo podem ser visualizados em forma de análise de tensões, deformações e coeficientes de segurança, permitindo tomar decisões mais sustentadas sobre o design do componente. Este processo vai permitir apresentar produtos de melhor qualidade e reduzir custos com material, sem comprometer as suas funcionalidades.

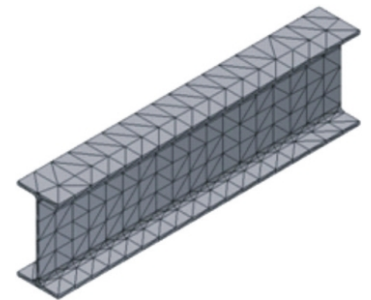
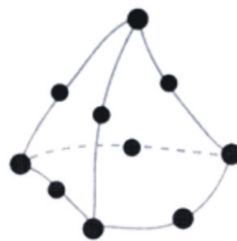


2. Condições de análise

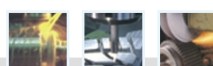
Para executar qualquer análise deste tipo é necessário definir as condições de funcionamento do componente ou componentes de uma montagem. Este processo é definido pelos passos seguintes:

- Definição das Cargas ou Pressões a que o componente ou componentes estão sujeitos, bem como a localização da aplicação desses esforços. Normalmente as unidades aplicadas a estas grandezas são *Newtons* (N) e *Mega Pascals* (MPa). É fundamental que os profissionais que usem este tipo de aplicações tenham os conhecimentos necessários para trabalhar com estes tipos de unidades e que as saibam converter em grandezas equivalentes. Estes *softwares* permitem-nos obter produtos com melhor qualidade, mas para isso é necessário que os seus utilizadores sejam mais qualificados, pois todo este desenvolvimento exige conhecimentos técnicos específicos que não são do domínio corrente da maioria dos nossos profissionais;
- Definição das Zonas de Apoio ou Fixação dos componentes. Neste item temos que ser capazes de identificar como é que o nosso componente ou componentes se encontram fixados ou apoiados;

- Aplicação correcta dos Materiais a cada um dos componentes a analisar. Quando os materiais seleccionados não constam na base de dados do *software* é necessário adicioná-los. Normalmente essa definição passa por indicar o nome do material e as respectivas características físicas e mecânicas: *densidade*, *tensão de rotura*, *tensão limite elástico*, *coeficiente de Poisson* e *módulo de Young*. É cada vez mais importante que nas áreas do projecto mecânico os seus profissionais tenham conhecimentos profundos sobre os diferentes materiais que usam, como se comportam quando em carga, as suas características mecânicas fundamentais, ou seja, não limitarem o seu conhecimento à simples densidade do material;
- Para que a análise seja feita é necessário que seja definida, de forma automática, uma Malha de Elementos Finitos, designada por *Mesh*. A malha é composta por elementos tetraédricos. Os diferentes elementos partilham pontos comuns designados por nós. O tamanho destes elementos pode ser ajustado de forma que o cálculo seja mais fino, no entanto, embora um valor pequeno permita obter resultados mais precisos requer em contrapartida um maior tempo de cálculo;

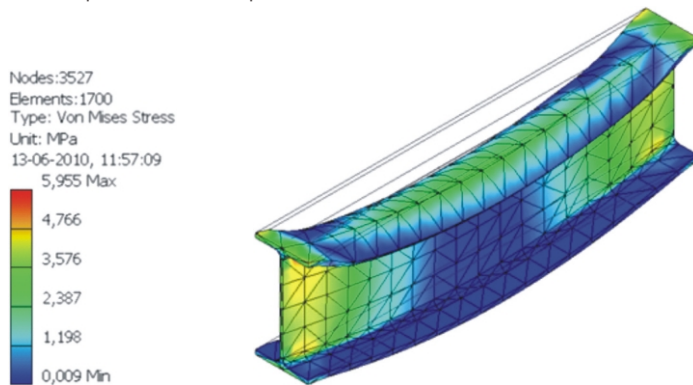


- Em montagens é necessário definir os Tipos de Contactos entre cada um dos componentes. Este pormenor pode tornar a preparação e análise de uma montagem demorada e como tempo nestas coisas é fundamental torna a análise de montagens algo a usar em situações excepcionais. Para quem não usava estas ferramentas e de repente passa a usar não quer perder muito tempo para obtenção de resultados, por isso, e até porque não é decisivo para a validação dos resultados, é preferível nas montagens identificar os componentes ou componentes mais críticos, isolá-los e aplicar aí as condições de funcionamento, e assim em vez de analisarmos a montagem passamos a analisar os componentes mais críticos. Este método vai permitir identificar mais rapidamente as zonas críticas de toda a estrutura, onde teremos que reforçar, se for caso disso, ou onde poderemos reduzir as secções para permitir um orçamento mais baixo, fruto da diminuição nos custos em materiais.

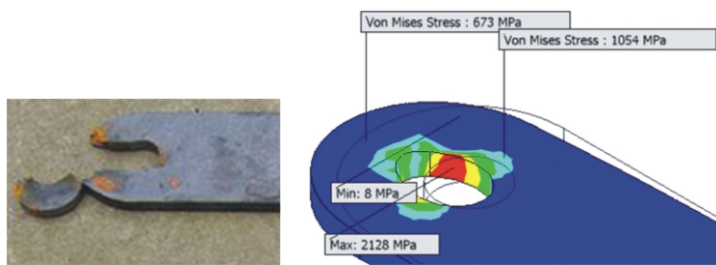


3. Análise dos resultados

A análise dos resultados pode ser por vezes complexa devido aos modos como são expressos os resultados, normalmente com recurso a um gráfico colorido, sendo atribuída uma cor a cada um dos intervalos nas grandezas analisadas: tensões, deformações ou coeficientes de segurança. Este método não permite ter uma análise quantitativa muito precisa, o que nos leva, por vezes, a valores comparativos díspares entre os resultados obtidos por ensaios práticos e estas aplicações.



No entanto os resultados destas ferramentas são fiáveis, sendo requerida alguma experiência para efectuar as respectivas análises qualitativas e quantitativas exigidas.



Numa análise qualitativa, do caso prático acima ilustrado, é perfeitamente visível que a zona mais solicitada, ou seja, a zona mais crítica (a vermelha) identificada pelo *software*, coincide com a zona da rotura real da peça. As diferentes secções do componente são pintadas numa determinada cor, correspondendo a cada uma um intervalo de tensões. Compete ao utilizador verificar se essa tensão encontrada é superior ou não, à tensão admissível para material do componente em causa. Em condições comuns tudo é projectado para trabalhar dentro da tensão limite elástico do respectivo material, então para que esta análise seja validada é necessário que não seja encontrada nenhuma tensão superior a esse limite. Aos valores encontrados ainda associamos um determinado coeficiente de segurança, por exemplo 1.5 ou 2. O produto da tensão encontrada na análise pelo coeficiente de segurança não pode ser superior à tensão admissível para o material em causa. Outras das análises possíveis, e talvez a mais objectiva, é aquela que nos indica quais os diferentes coeficientes de segurança encontrados no modelo analisado, neste caso só temos que especificar o coeficiente pretendido e verificar que secções da peça se encontram abaixo do valor pretendido.

Já quanto à rotura é mais difícil de se prever, a partir de uma análise deste tipo. Para compreender melhor essa situação devemos imaginar um varão de aço composto por múltiplos fios que vai ser sujeito a um ensaio de tracção. Podemos fazer um pequeno exercício de imaginação e prever o que irá acontecer. Alguns dos fios ficarão sujeitos a uma tensão maior, irão atingir o seu limite elástico (limite a partir do qual o elemento fica deformado de forma definitiva, não significando no entanto a rotura) e outros ainda se manterão dentro desse limite. Se continuarmos a aumentar a carga alguns dos fios irão atingir a tensão limite de rotura e cederão, mas isso não significará que o varão no seu todo ceda. O que significaria era que a tensão que estava aplicada em cada um dos fios onde teria havido a rotura era redistribuída pelos outros fios que se manteriam intactos. É claro que se continuássemos a aumentar a carga, outros fios iriam cedendo até chegar à altura que os fios intactos não seriam capazes de suportar a carga e o varão cedia na sua totalidade. O problema põe-se aqui de uma forma muito simples, quantos fios teriam que ceder para que o cabo cedesse na sua totalidade (fios no sentido figurativo, pois em termos metalúrgicos seriam as ligações a nível atómico). É esse o problema destes *softwares*. Que volume teria que ultrapassar a tensão de rotura para que houvesse a cedência total do componente?

4. Conclusões

Não tenhamos dúvidas que estas aplicações vieram para ficar, por enquanto são usadas na indústria como ferramentas meramente demonstrativas, mas mais tarde ou mais cedo serão decisivas para projecto de qualquer produto. Por isso torna-se premente que nós, profissionais do sector metalúrgico e metalomecânico, nos saibamos preparar e dotar de conhecimentos técnicos que nos possibilitem usar estas ferramentas. O desenvolvimento destas tecnologias e dos *softwares* que as acompanham vão exigir a cada um de nós um empenho redobrado no acompanhamento deste desenvolvimento. Como técnicos de um sector em profunda mutação compete a cada um de nós saber cada vez mais, tornarmo-nos mais competitivos e isso já não se consegue somente com o nosso ritmo diário de trabalho, é urgente que nos disponibilizemos para ir à procura do conhecimento, fazer formação contínua, procurar não ficar fora desta carruagem do conhecimento ou pensar que sozinhos conseguimos fazer tudo. À medida que todo este desenvolvimento se vai tornando mais acelerado é cada vez mais difícil entrar em áreas tecnicamente exigentes a não ser que o profissional em causa já domine um conjunto de conhecimentos técnicos que lhe possibilite uma fácil e produtiva integração. Nos diferentes sectores onde trabalhamos não podemos abdicar do conhecimento correndo do risco de nos tornarmo-nos rapidamente indiferenciados sem capacidade de absorção e de integração de novos conceitos e tecnologias e depois não basta dizer, em forma de desabafo, "que no meu tempo é que era...", é imperativo sabermos lidar com as regras e as técnicas actuais. ■

Américo Costa - Licenciado em Eng.ª Mecânica pela Universidade do Porto - Técnico de Formação do CENFIM - Núcleo de Ermesinde

