

COMO SABER SE SEU PRODUTO VAI SUPORTAR TODAS AS TENSÕES E DEFORMAÇÕES A QUE SERÁ SUBMETIDO EM USO, AINDA NA FASE DE PROJETO, GARANTINDO-LHE MAIOR QUALIDADE, CONFIABILIDADE E DIMINUINDO O TEMPO DE ENTREGA EM RELAÇÃO AOS CONCORRENTES¹

Camilo Isaza²

Resumo

Uma tendência que já tornou-se inevitável no cenário industrial é a crescente migração da elaboração de projetos do ambiente 2D para o 3D. As diferenças entre a criação de um mesmo projeto nestes dois ambientes pode ser a chave do sucesso de um produto em detrimento de outro. São inúmeras as vantagens. E uma das mais importantes é a de que os softwares de projetos em 3D contêm informações que permitem a fabricantes de qualquer setor produzir protótipos virtualmente. Essa capacidade já tem dado a projetistas e engenheiros a opção de abrir mão de desenvolver ou mesmo de contratar serviços de prototipagem física, em alguns casos, eliminando esta fase do processo industrial. Num momento em que a velocidade de chegada ao mercado de um produto melhor acabado pode lhe garantir sucesso – nunca a frase “tempo é dinheiro” significou tanto. Esta realidade de criar protótipos virtuais deve-se a programas de análise e validação incorporados aos softwares de projetos mecânicos. Graças a ferramentas cada vez mais inteligentes e integradas, projetistas desenvolvem na telinha do computador todas as condições a que peças, máquinas ou produtos serão submetidos antes ainda de torná-los efetivamente algo concreto. Chamados de programas de Análises de Elementos Finitos (FEA), permitem que os projetistas apliquem virtualmente carregamentos para testar o produto quanto à resistência, campo de velocidades, temperaturas e outras variáveis, dependendo de cada projeto. Nesta sessão, os participantes vão poder conhecer detalhes de ferramentas de análise de elementos finitos que podem tanto melhorar a performance como o desempenho dos fabricantes, garantindo maior qualidade do produto final, e diminuindo o tempo de entrega de um produto, uma vez resolvidos todos os pontos que poderiam interferir na quebra do sistema de produção pela repetição da fase de prototipagem. Casos como já acontecem na Amer Tecnologia Automação, de Limeira, na Amanco Brasil, de Joinville - que atua no desenvolvimento de Tubosistemas - na WEG Indústrias, de Jaraguá do Sul, além de outros muitos fabricantes de máquinas de automação industrial, apenas para citar alguns beneficiários dos programas de Análises de Elementos Finitos (FEA).

Palavras chaves: Método de elementos finitos (FEA); Protótipo; Tempo de projeto.

¹ Trabalho apresentado no 4º Encontro da Cadeia de Ferramentas, Moldes e Matrizes, 2 a 5 de maio de 2006, Joinville, SC.

² Gerente Técnico da SolidWorks para América Latina

VERIFICAÇÃO DE PROJETO

A capacidade de visualizar um modelo ou conjunto em 3D só é superada pela capacidade de ter o produto final em suas mãos. Neste ambiente, os fabricantes devem considerar:

- Capacidade de visualização.
- Avaliação de projeto.
- Animação de sistema de modelamento.
- Impacto sobre necessidades e custos de prototipagem.

No ambiente 3D, a avaliação do projeto deve permitir que qualquer projetista possa:

- Verificar se as peças de um projeto já existente e disponível em 3D atendem às necessidades deste novo conjunto.
- Obter alternativa para cálculos manuais.
- Testar, com múltiplas variáveis, o protótipo virtual.

PASSOS DA VERIFICAÇÃO DE PROJETO

1. Definição do Material
2. Condições físicas de trabalho (Condições de contorno)?
 - Pressão ou força
 - Parafusado ou Soldado
3. Cálculo
 - Roda análise
4. Análise dos Resultados
 - Fator de Segurança
 - Tensão
 - Deformações



Figura 1. Escolha do material.

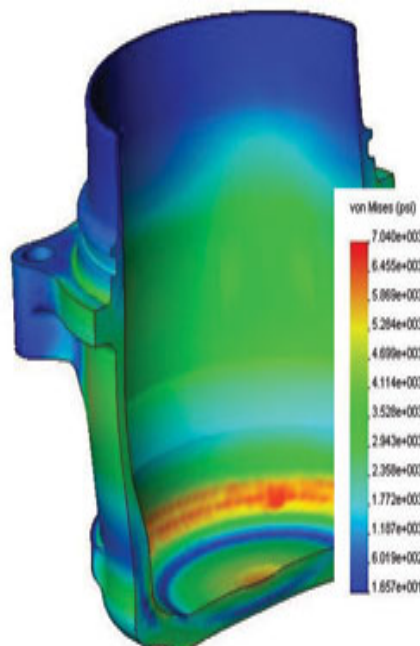


Figura 2. Resultados de Tensão em uma peça.

CICLO DE VIDA DE UM PROJETO SEM A UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTAS DE ELEMENTOS FINITOS

De uma forma geral, o desenvolvimento de novos produtos passa por um processo que se inicia na fase de projeto, alonga-se em análises continuadas e sistemáticas de protótipos e termine na fase de manufatura industrial. Esta estrutura acaba gerando gastos excessivos, seja de material envolvido na construção de protótipos e geração de sucata, como de tempo, tanto para realizar tantos testes físicos, quanto para adequar o projeto conforme os resultados dos testes físicos, num vai-e-vem desgastante até que se chegue ao protótipo aprovado que funcionará como modelo para a produção.

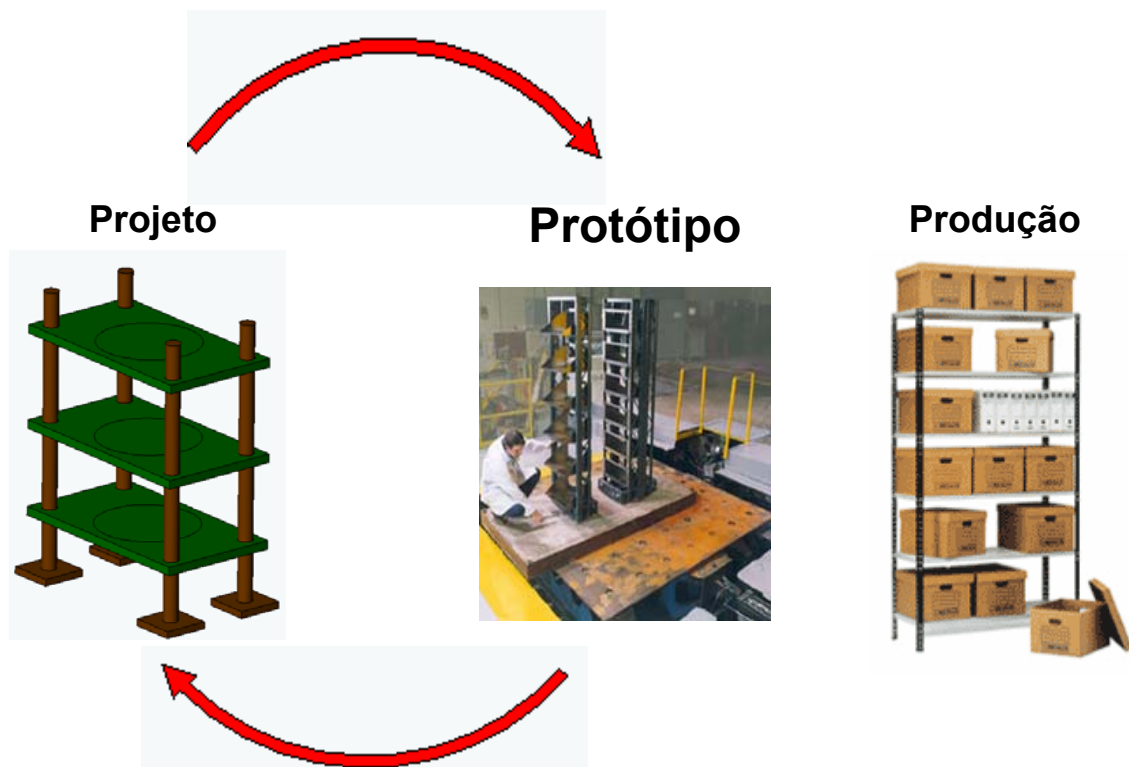


Figura 3. Ciclo de vida de um produto sem a utilização de elementos finitos.

CICLO DE VIDA DE UM PROJETO COM A UTILIZAÇÃO DAS FERRAMENTAS DE ELEMENTOS FINITOS

A utilização da técnica de análise de elementos finitos para a aprovação dos produtos muda consideravelmente esta realidade. A grande vantagem reside na possibilidade de o projetista aplicar virtualmente diferentes forças que atuarão sobre o produto final. Ele não somente verifica o resultado destas forças sobre a peça, como realiza as adequações de acordo com o material que será empregado na sua manufatura, tudo isso ainda na tela, antes de transformar a idéia num objeto concreto. Trabalhar com protótipos virtuais pode significar uma redução de custo de construção de protótipos físicos fundamental para o sucesso de um produto.

Em alguns casos, até aumenta o tempo de projeto, já que permite uma infinidade de comparações e realidades, mas mesmo este tempo se traduz em aumento de confiabilidade da peça construída, porque testada sob diversos ângulos.

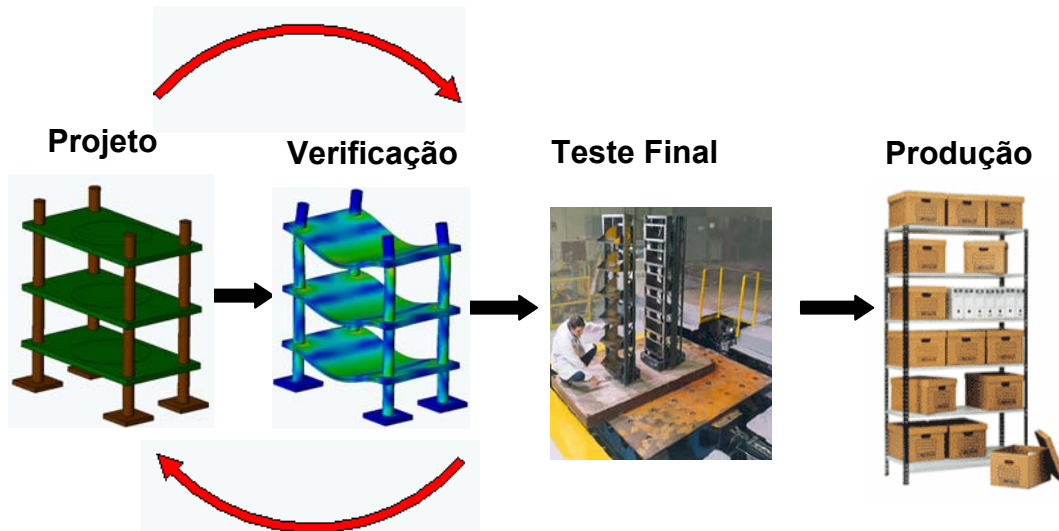


Figura 4. Ciclo de vida de um produto com a utilização de elementos finitos.

Em alguns casos, o teste final confunde-se com a própria peça → o fabricante entrega o protótipo ao cliente.

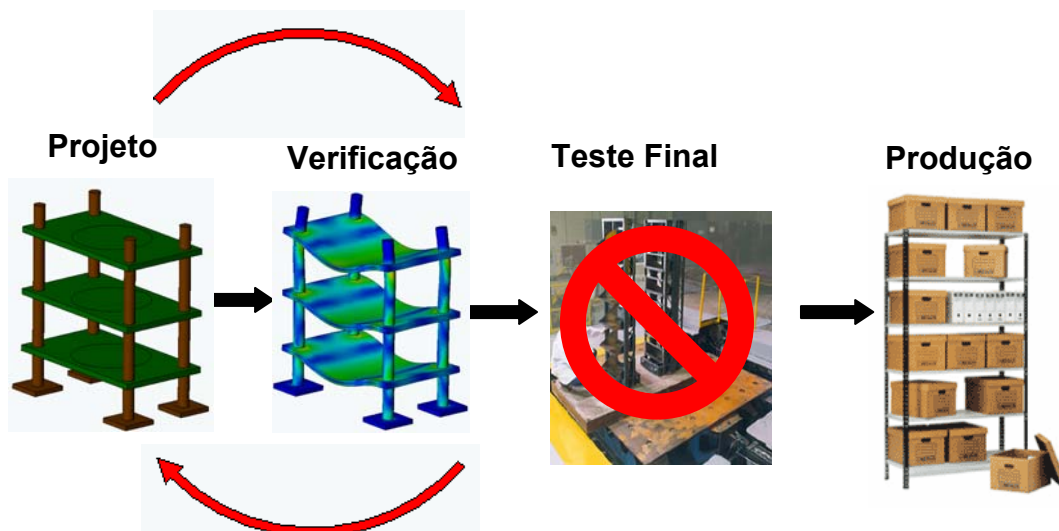
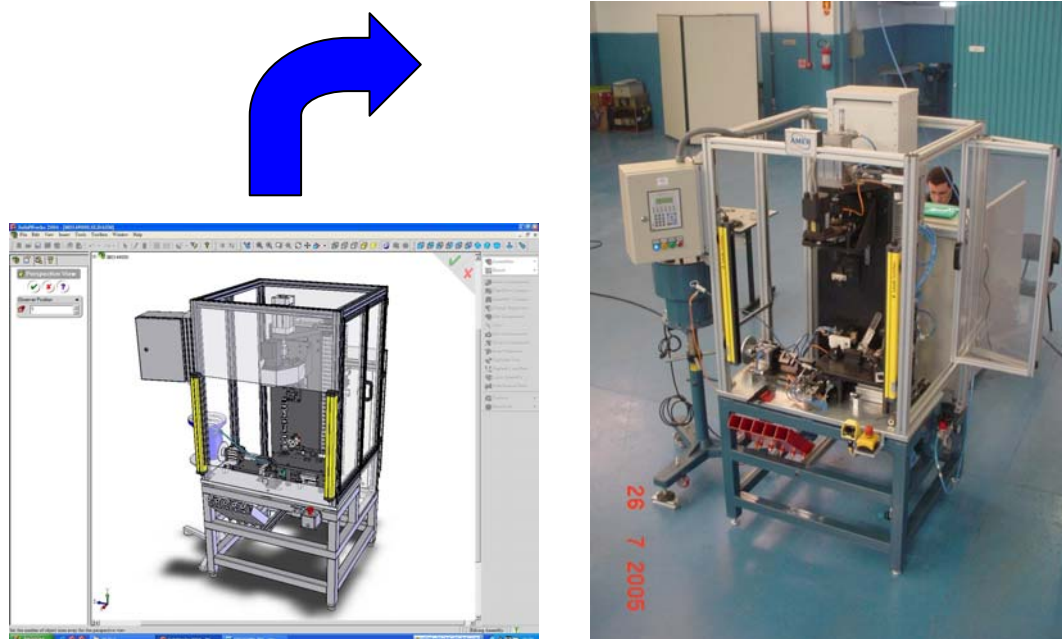


Figura 5. Ciclo de vida de um produto em que a utilização de elementos finitos elimina a fase de teste – o cliente recebe o protótipo como produto final.

Exemplo real: Amer Tecnologia em Automação

- Localizada em Limeira – SP
- Especializada em automação e soluções de alta confiabilidade em máquinas especiais
- Desafios principais: tempo de entrega e qualidade do produto final



Fonte: Amer Tecnologia em Automação Industrial.

Figura 6. Graças à capacidade de análise de elementos finitos, a Amer constrói e entrega o protótipo como produto final

VERIFICAÇÃO DO PROJETO NO CICLO DE VIDA DE UM PRODUTO



Figura 7. Verificação de projeto

1. A verificação habilita os projetistas a validar um projeto básico. Nesta fase, o projeto pode sofrer varias alterações.
2. Na verificação dos resultados, são testadas se as intenções de projeto foram alcançadas.
3. A verificação do projeto é usada para reduzir o tempo de entrega e o número de testes físicos.
4. Na manufatura, a verificação é usada para aumentar a qualidade dos produtos e reduzir os custos de fabricação.

ESCOPO DA VERIFICAÇÃO DE PROJETOS

- Reduzir quantidade de protótipos
 - Por que fazer o trabalho?
 - Como este projeto vai se comportar em serviço?
- Melhorar a qualidade e inovar os projetos
- Analisar resultados

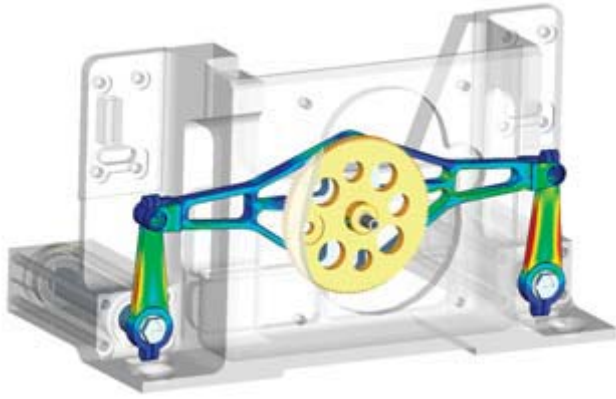


Figura 10. Na análise de conjuntos, diferentes conexões como pinos, parafusos, dobradiças e contatos são simuladas simultaneamente.

DESAFIOS DA VERIFICAÇÃO DE PROJETOS

Como toda tecnologia avançada, existem alguns desafios a serem ultrapassados. O primeiro deles está relacionado à confiança dispensada pelos projetistas e engenheiros aos resultados obtidos, os quais muitas vezes podem definir erroneamente as condições de entrada de uma análise, proporcionando resultados incorretos. Isto se deve ao fato de que simular condições virtuais às vezes não é tão fácil quanto parece, como por exemplo, a definição de uma condição totalmente fixa ou com algum grau de liberdade para um simples flange. Ou seja, o sistema de elementos finitos irá somente computar fielmente os resultados de acordo com as informações de entrada disponibilizadas pelo engenheiro.

Outro grande desafio é a situação na qual os projetistas e engenheiros precisam romper a barreira da validação virtual. Atualmente, os sistemas de elementos finitos não são apenas utilizados por engenheiros com vários anos de experiência neste tipo de aplicação, mas também por projetistas que possuem certo conhecimento de resistência dos materiais e princípios básicos de condições de carregamento, restrições e condições práticas de trabalho. Isto se deve em grande parte, à evolução dos sistemas FEA no que diz respeito à facilidade de uso e rapidez na geração dos resultados finais. Além disso, há que citar que a curva de aprendizado atual em sistemas de análise por elementos finitos é muito menor do que há mais de vinte anos, quando esta tecnologia se iniciou.

APRIMORAMENTOS AO LONGO DOS ANOS

Quando a tecnologia de elementos finitos começou a ser utilizada efetivamente na indústria mecânica há quase 30 anos atrás, o tempo de resposta de uma simples análise era extremamente alto. Por exemplo, um componente fundido com aproximadamente 5000 nós (na época uma quantidade relevante de elementos, a base do FEA) tomava muitos dias de cálculo. Atualmente, o mesmo componente poderia ser analisado em questão de segundos com aproximadamente 500.000 nós. Ou seja, não só a precisão do resultado foi aprimorada exponencialmente, mas também sua velocidade de resposta quando deparado com condições reais de aplicação. Além disso, as possibilidades de configuração das condições da análise também foram substancialmente aumentadas. Condições de conexão entre componentes, definição de carregamento de parafusos, dados térmicos de entrada,

além de completa integração com análises dinâmicas e de fluídos foram continuamente implementadas.

Entretanto, os requisitos de sistema cresceram na ordem inversa. As aplicações FEA no passado solicitavam estações de trabalho poderosas e com alto poder de processamento e alocação de memória, além de sistemas operacionais demasiadamente complexos. Atualmente, tais sistemas requerem condições normais de equipamentos, fornecendo respostas mais confiáveis em um menor espaço de tempo. A idéia básica é de que todo projetista e engenheiro deve possuir uma ferramenta de análise em sua estação de trabalho para validar virtualmente seu projeto antes da manufatura de algum protótipo físico ou também a fabricação de equipamento e uma possível falha em campo.

Da mesma forma, a facilidade de uso foi continuamente melhorada ao longo do tempo. Através de uma interface amigável, comandos e aplicações intuitivos e uma extensiva base de conhecimento on-line disponível a todos os integrantes da equipe, a curva de aprendizado de um sistema FEA atual é relativamente curta quando comparada com seus antecessores. Portanto, os projetistas não necessitam ficar receosos em utilizar ferramentas de validação devido a sua complexidade, pois estas são extremamente fáceis de serem manipuladas e muitas vezes são utilizadas instintivamente sem ao menos serem percebidas. O rompimento da barreira virtual atualmente é um fato adotado por grande parte da comunidade mecânica no mundo.

HOW TO ANTICIPATE, IN THE DEVELOPMENT STAGE, WHETHER YOUR PRODUCT WILL ENDURE ALL THE TENSIONS AND DEFORMATIONS WHICH IT WILL BE SUBMITTED TO DURING ITS USE, IN ORDER TO ENSURE BETTER PRODUCT QUALITY AND RELIABILITY AND REDUCE DELIVERY TIME IN RELATION TO COMPETITORS

Camilo Isaza

Abstract

The increasing migration in the development of projects from 2D to 3D environments is an inevitable and on-going trend in the industry. The differences in the development of the same project in these two environments may be the key to success of a product over another. The advantages are countless. One of the most important benefits is the fact that the 3D project softwares contain information that allows the manufacturers to produce virtual prototypes. This enables engineers and planners to forego the option of developing or even hiring physical prototyping services and, in some cases, to exclude this stage from the manufacturing process. The old saying “time is money” has never been truer at a time when the landing speed in the market of a better finished product can be a guarantee of success. This virtual prototype creation reality is a direct result of the addition of analysis and validation programs into the mechanical project softwares. Engineers are able to develop on a computer screen all the conditions in which the parts, machines or products may be exposed to, before turning them into something actually solid, thanks to the tools that are increasingly more intelligent and integrated. The Finite Elements Analysis programs (FEA), as they are known, allow engineers to apply loads virtually to test the product resistance, velocity fields, temperatures and other variables depending on each project. The participants in this session will become aware of the peculiarities of the Finite Element Analysis (FEA) tools that may not only improve general performance and manufacturing performance, ensuring better quality of the final product, but also shorten the delivery time of the product once solved all the issues which could interfere in the break up of the manufacturing process through prototyping repetition. Examples are already available at the Amer Automation Technology in Limeira, at Amanco Brazil in Joinville – which works on the development of Tube Systems - at WEG Industries in Jaraguá do Sul in addition to other industrial automation machinery manufacturers, just to mention a few of those who have benefited from the Finite Elements Analysis (FEA) programs.

Key words: Finite elements method (FEA); Prototype; Project time.