



FORD MOTOR COMPANY

PEQUENAS AÇÕES PODEM CAUSAR UM ENORME IMPACTO NA QUALIDADE

Estudo de caso do parceiro



2009 Ford Flex

Desafio:

A variação dimensional descontrolada pode levar a dispendiosos desperdícios, reprojeto e danos à marca.

Solução:

O software Sigmund ajuda a Ford a analisar a tolerância e as construções de montagem durante a fase de projeto.

Embora a variedade seja o tempero da vida, é a maldição das empresas de fabricação. Projetistas e engenheiros devem considerar a inevitável variação, seja ela qual for, em produtos que saem da linha de fabricação. Algumas empresas, como a Ford, preparam-se para a variação desde o início do ciclo de desenvolvimento de produtos. Outras cruzam os dedos, começam a fabricar e limpam a bagunça depois.

Para entender os problemas que a variação pode apresentar, lembre-se de que nada fabricado é perfeito. Os dados de projeto assistido por computador (CAD) representam a intenção nominal teórica do projeto (o ideal), não a qualidade real ou o desempenho do produto que é enviado ao cliente. O CAD não fabrica nada; os processos de fabricação e montagem do mundo real fazem isso. O fato de um projeto parecer correto no CAD não significa que ele será construído corretamente na fábrica.

Um produto tão simples quanto um cilindro de uma polegada de diâmetro nunca tem exatamente uma polegada de diâmetro na vida real. Ele sai da fábrica levemente espesso, fino ou deformado. Dependendo das tolerâncias especificadas pelo projetista do produto (e da capacidade da fábrica), a variação pode ser tão drástica que, quando combinada com outras peças variáveis, o produto resultante falha.

O risco aumenta a cada projeto. Segundo relatos, metade do desperdício e retrabalho provém da tolerância e do gerenciamento ruins de variações. Além disso, as empresas gastam enormes quantias devido à má qualidade, incluindo criação de novo projeto, pedidos de alteração de engenharia, recalls, garantia, responsabilidade, atrasos de lançamento, problemas crônicos de fabricação e manchas no nome da marca. Estima-se que 8 de cada 10 "problemas críticos para a qualidade" do Six Sigma se resumem ao controle da variação dimensional.

"Uma coisa é assumir um risco calculado de projeto e ser surpreendido", explica Bob Gardner, CEO da Varatech, empresa que criou um software de análise de construção de montagem e tolerância chamado Sigmund® para resolver o problema. "Outra é estar totalmente cego perante problemas no lançamento devido à falta de conhecimento sobre várias relações fundamentais entre peças variáveis. Isso é o que acontece se os objetivos de construção de qualidade não forem definidos com antecedência e os dados de tolerância, se houver, forem simplesmente distribuídos arbitrariamente no final de um projeto. Essa situação pode ter custos altos."

"O que o Sigmund está realmente fazendo é orquestrar o desenvolvimento de produtos. Frequentemente, a opinião define o rumo do produto, mas dados objetivos superam a opinião. Contra dados objetivos, não há argumentos."

- Glenn Reed, especialista técnico mecânico,
Ford Motor Company

TORNAR A QUALIDADE DO PROJETO E DA CONSTRUÇÃO DO PRODUTO PREVISÍVEL

É fundamental definir os objetivos de construção de qualidade com antecedência, de acordo com Gardner, que os define como importantes relações de montagem que vão afetar o ajuste, o acabamento e a função. Pergunte a si mesmo: quais são as características importantes do seu produto que se traduzem em qualidade? Para a carroceria de um carro de luxo, um indicador de qualidade pode ser que um rolamento esférico possa sempre rolar suavemente ao longo das costuras. Isso seria um objetivo de construção de qualidade. Os objetivos da construção de qualidade influenciam o desempenho do produto e quão isento de problemas ele será na produção.

Equipes de engenharia líderes pautam os objetivos de construção de qualidade em fontes como avaliação da concorrência, estudos de referência, requisitos de marketing, resultados de análise de implantação funcional de qualidade (QFD), requisitos do usuário, análise de falhas e manuais, como o Compêndio de Peças para relações de mecanismos.

Depois que os objetivos de construção de qualidade são identificados e quantificados para produzir metas mensuráveis, essas metas orientarão o projeto. Por exemplo, a Ford Motor Company usa o Sigmund da Varatech em estudos de bifurcação para determinar quais de vários conceitos de projeto são mais capazes ou robustos em relação à variação, sensibilidade geométrica e conformidade com os objetivos predefinidos de construção de qualidade. Os objetivos de construção de qualidade determinam quais estudos que usam Sigmund são necessários: pior cenário, RSS modificado e tolerância de Monte Carlo. Tradicionalmente, esses estudos têm sido realizados manualmente ou em planilha, sem qualquer vínculo com o software CAD usado no projeto, o que dificulta o desenvolvimento, a atualização e a manutenção de todas as informações de tolerância/variação. Por outro lado, Sigmund facilita o trabalho dos projetistas de demonstrar com dados objetivos e orientados por CAD que o projeto é capaz de atender a todos os objetivos de construção de qualidade antes do lançamento do projeto ou da ferramenta. As equipes podem evitar todos os atrasos e custos significativos associados à baixa qualidade desde o início, e ter uma base de referência à qual retornar, se necessário.

FORD: UM PROJETO DE QUALIDADE É O PRINCIPAL OBJETIVO

A Ford usa o Sigmund com o software SOLIDWORKS® CAD 3D para garantir a qualidade superior. Glenn Reed, especialista técnico mecânico da Ford que reside em Dearborn, Michigan, é um usuário avançado. Ele usa o SigmundWorks, o Sigmund ABA e o SOLIDWORKS para verificar novos projetos de fornecedores globais e engenheiros de equipe para sistemas de infoentretenimento, incluindo DVDs, CDs e rádios. Ele garante que eles cumpram a intenção funcional e objetivos de construção antes do lançamento das ferramentas.

Reed inicia o trabalho em um projeto importando um arquivo IGES, STEP ou Parasolid para o software SOLIDWORKS. "O SOLIDWORKS é uma ferramenta poderosa para importar projetos, seja qual for a origem, limpando-os e tornando-os paramétricos com o uso do FeatureWorks®", afirma.

Em seguida, ele recorre ao SigmundWorks, produto de análise da Varatech para o software SOLIDWORKS. Como um Produto com certificação Gold, o SigmundWorks está totalmente integrado ao SOLIDWORKS e opera em sua interface. Para avaliar a qualidade, Reed executa milhares de cenários hipotéticos por vez, ajustando dimensões, tolerâncias e variações à vontade.

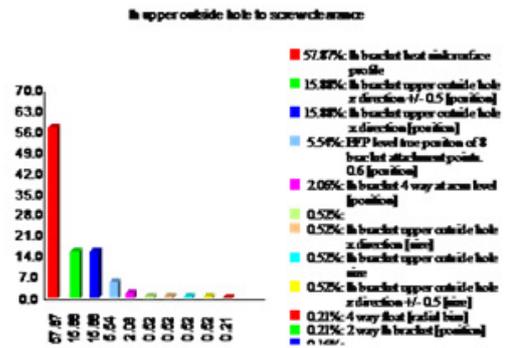
"O SigmundWorks ajuda a definir e entender nossos requisitos de construção desde o início", afirma Reed. "Entendemos o impacto a jusante de cada recurso, dimensão e tolerância em um projeto sobre o custo, a complexidade da fabricação e a montagem."

SIGMUND EM AÇÃO NA FORD

Por exemplo, Reed usou o SigmundWorks para conduzir estudos de padrão de orifício para ressaltado de parafuso em uma interface entre o painel de acabamento eletrônico (EFP) e o painel de acabamento central (CFP) no Ford Flex 2009. Os estudos foram projetados para garantir que as peças sejam montadas com sucesso e mantenham um espaçamento uniforme ao redor dos botões.

O EFP é localizado no CFP usando um localizador bidirecional e um localizador de tetradirecional e preso com 17 componentes de fixação. A análise inicial de correspondência do padrão do orifício do SigmundWorks mostrou problemas com cinco por cento das montagens usando orifícios originais de parafusos de 3 mm de diâmetro no EFP. Os orifícios foram aumentados gradualmente para 3,8 mm usando a análise de correspondência de padrão até atingir 100% da construção projetada. "Esse tipo de análise de correspondência de orifício para pino é praticamente impossível de se fazer manualmente", afirma Reed, "Com o Sigmund, nós simplesmente geramos o que era necessário de um ponto de vista de tolerância de tamanho e de posição para garantir a montagem adequada. Foi fácil e muito rápido."

Em outro caso, a Ford conseguiu confirmar que uma montagem de CD player funcionava conforme pretendido, exceto quando operada com discos que estavam excessivamente deformados. Embora a exposição de um disco ao calor ou à luz solar seja tecnicamente uma falha do cliente, a Ford usou o SigmundWorks e o SOLIDWORKS para alterar as dimensões da guia do disco, tornando o sistema mais robusto para garantir o devido carregamento e ejeção do disco com discos levemente deformados. Assim, a Ford evitou até mesmo a percepção de uma falha de projeto.



Conforme mostrado neste gráfico de Pareto e sensibilidade de Sigmund, apenas algumas tolerâncias contribuem para a maior parte da variação. As tolerâncias que estão à direita ou não aparecem podem ser oportunidades de **Economia de custos!**

O objetivo é entender onde a precisão é necessária e onde não é.

Em outro caso, a Ford descobriu botões de rádio levemente frouxos em um novo modelo de carro que estava prestes a ser lançado. É uma questão pequena, sem qualquer impacto sobre a função, mas causa um grande impacto na qualidade percebida. Usando o software de análise de construção de montagem Sigmund ABA, a Ford identificou uma "sensibilidade geométrica" oculta em uma pequena folga entre duas peças de junção que era a verdadeira culpada. Em outras palavras, uma pequena folga criou uma grande frouxidão porque a relação da montagem ampliou seu impacto (pense em como uma simples parte do punho pode mover a ponta de uma espada em alguns milímetros). A Ford conseguiu identificar e fechar facilmente outra interface de recurso para reduzir a frouxidão. Dados objetivos da análise do Sigmund forneceram confiança para modificar as ferramentas de molde por injeção de produção.

A Ford geralmente executa pelo menos 5.000 simulações virtuais de construção usando o Sigmund em um projeto de montagem. É como se a fábrica estivesse criando 5.000 protótipos, todos um pouco diferentes com base em todas as possíveis combinações de variações dentro das tolerâncias permitidas. Em seguida, o Sigmund traça um histograma das construções. Se, em um projeto inicial, 20% das construções falharem, as bordas do histograma mostram as construções fora das especificações em vermelho. Azul significa dentro das especificações. O Sigmund pode identificar erros nominais no projeto e mudanças no processo de montagem com antecedência.

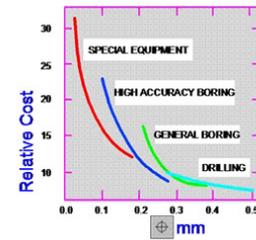
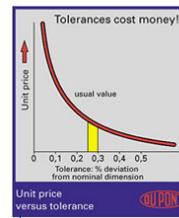
É muito estimulante ver o Sigmund colocar animação em um projeto de montagem. O eficiente software percorre milhares de construções virtuais, ilustrando vividamente todas as possíveis variações, pequenas ou não tão pequenas, que possam afetar o componente acabado. É uma representação drástica de como a perfeição no projeto é um mito na produção.

MAIS EXEMPLOS

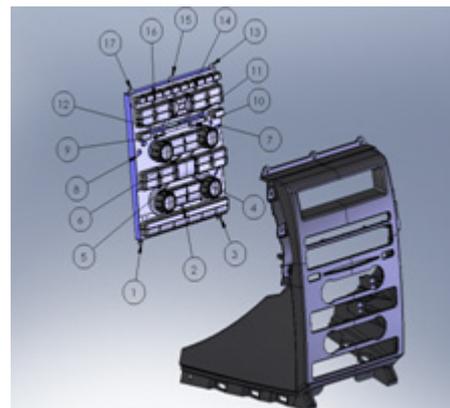
A Ford também usa o Sigmund para complementar outros tipos de análise, incluindo a análise de elementos finitos (FEA). A geometria da FEA geralmente é baseada em um modelo nominal que nunca existirá. A adição da variação de componentes e montagens reais à geometria da FEA minimiza a diferença típica entre os resultados da simulação e os testes. O Sigmund considera a variação de componentes e montagens reais e fornece representações realistas da geometria real fabricada com defeito. Portanto, o Sigmund permite que a equipe de desenvolvimento analise o que realmente será produzido para obter representações mais precisas do desempenho do produto à medida que ele deixa a fábrica.

O exemplo à esquerda de um chassi de rádio de chapa metálica mostra como as tolerâncias originais permitem uma caixa não quadrada que pode criar problemas nos mecanismos. A análise FEA (usando o NEiWorks) da geometria nominal do gabinete do chassi do rádio mostrou um resultado. A geometria real do gabinete com defeito do Sigmund fez com que os resultados da FEA fossem significativamente diferentes. Uma vez fabricados, os efeitos compostos de variação e carregamento em montagens poderiam gerar um número significativo de chassis mal encaixados e lançá-los diretamente no ferro velho. A Ford conseguiu resolver o problema com um ajuste rápido de projeto.

"Na Ford, o Sigmund promove a avaliação conceitual, o projeto, a seleção de materiais, o programa de qualidade, o fornecedor e a seleção de processos", afirma Reed. "Na verdade, a Ford criou uma nova regra que afeta todos os fornecedores. Antes do lançamento das ferramentas, os fornecedores devem realizar estudos de pior cenário, RSS modificado e tolerância de Monte Carlo usando um software de simulação para demonstrar os objetivos de construção. Não é preciso dizer que gosto da ideia."



Custo do gráfico de precisão - Tolerâncias precisas geram custos muito altos



Espaçamento uniforme obtido. Construção 100% projetada.

Saiba mais sobre a Ford Motor Company

Sede: Centro de Relacionamento com o Cliente
Caixa postal 6248
Dearborn, MI 48126
Telefone: 1 800-392-3673

Para obter mais informações
www.ford.com

Embora demande algum tempo e esforço para realizar análises de tolerância e de construção de montagem desde o início de um projeto, esse esforço se resume ao custo e esforço da sucata, retrabalho, reivindicações de garantia e recalls.

"O que Sigmund está realmente fazendo é orquestrar o desenvolvimento de produtos", afirma Reed. "Frequentemente, a opinião define o rumo do produto, mas dados objetivos superaram a opinião. Agora podemos dizer 'Aqui estão os projetos A, B e C e os estudos acompanhantes do Sigmund. Como você pode ver, o Projeto B não atenderá ao objetivo, então você terá de diminuir seu padrão de qualidade ou escolher entre o Projeto A ou C.' Contra dados objetivos, não há argumentos."

O SigmundWorks é um Produto com certificação Gold, o Sigmund ABA para o software SOLIDWORKS e o Sigmund ABA Kinematics para o software SOLIDWORKS são Produtos de parceiros de soluções. A Ford conta com a Varatech e a revenda autorizada de software SOLIDWORKS, DASI Solutions, para treinamento, suporte e implementação contínuos de software.

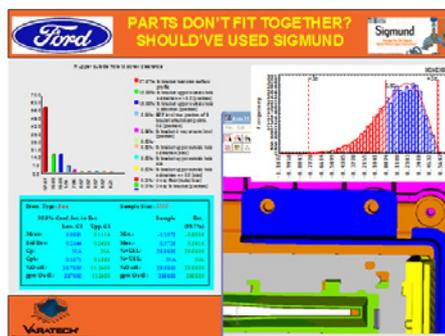
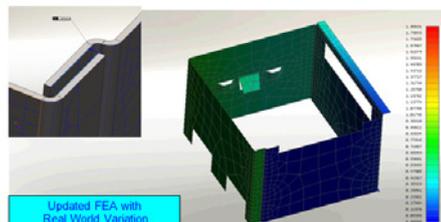
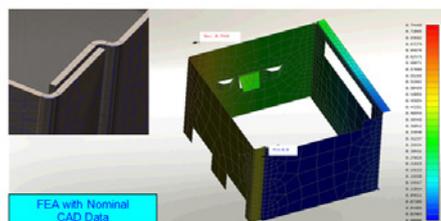
Para obter mais informações, acesse:

dasisolutions.com

www.ford.com

www.solidworks.com/pt-br

www.varatech.com



A figura acima mostra os relatórios típicos do Sigmund:

- 1) Vista do objetivo de construção documentado, que também pode ser um AVI inserido mostrando a variabilidade animada da montagem.
- 2) Relatório de estatísticas que fornece informações detalhadas, como porcentagem fora das especificações, Cpk e PPM, ou "partes por milhão" do Six Sigma, com dados estatísticos avançados.
- 3) Criação de estudo de sensibilidade objetivo que mostra a ordem de classificação (por porcentagem de contribuição com o objetivo) de todas as tolerâncias de componentes e variações de montagem.
- 4) Histograma gráfico indicando onde o conjunto de valores simulados ocorreu em relação aos seus limites específicos de especificação de objetivo da construção. O histograma também revela o tipo de distribuição e indica se existe uma alteração média, o que muitas vezes pode ser causado pelo processo de montagem.

Nossa plataforma 3DEXPERIENCE®, que oferece um amplo portfólio de soluções, é a base da nossa linha de aplicativos presentes em 11 setores do mercado.

A Dassault Systèmes, a empresa 3DEXPERIENCE®, fornece universos virtuais às empresas e aos profissionais para que possam imaginar inovações sustentáveis. Suas soluções líderes mundiais transformam o modo como os produtos são projetados, fabricados e assistidos. As soluções de colaboração da Dassault Systèmes incentivam a inovação social, expandindo as possibilidades para o mundo virtual a fim de melhorar o mundo real. O grupo agrega valor a mais de 250.000 clientes de todos os portes, em todos os setores e em mais de 140 países. Para obter mais informações, acesse www.3ds.com/pt-br.

