

ANÁLISE DA CAPABILIDADE DO PROCESSO NO MUNDO VIRTUAL

POR BRUNO DE ARAÚJO PARRA

Nos dias atuais do setor industrial os novos desenvolvimentos tecnológicos e comerciais oferecem novos desafios, como geometrias complexas, materiais de alta performance, prazos cada vez mais apertados, orçamentos de programas reduzidos, custos de produção sem grandes margens e etc..., sem contar a qualidade exigida dos produtos. Para encarmos esses desafios foram desenvolvidas algumas ferramentas virtuais que nos auxiliam na tomada de decisões mais assertivas, para assim conseguirmos ganhar tempo, diminuir prazos de desenvolvimento e garantir a qualidade do produto final com consequente diminuição dos custos e aumento de eficiência.

Neste artigo, iremos abordar temas relativos à definição de um processo robusto ainda na fase de simulação, onde a mesma irá nos possibilitar prever antecipadamente, antes da construção do ferramental, a capacidade do processo, verificando se o mesmo irá nos apresentar problemas na produção dependendo da alteração de variáveis não controláveis.

Com o avanço da tecnologia, o desafio de hoje é trazer o mundo digital cada vez mais próximo do mundo real definindo assim nosso Modelo Digital

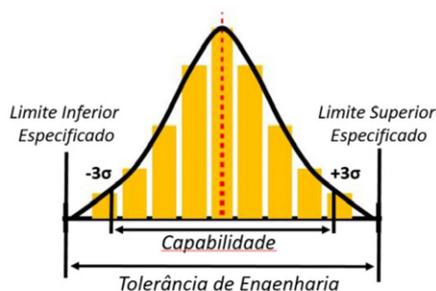


Figura 1: Gráfico de Capabilidade

da forma mais acurada possível. Para isso as informações introduzidas no mundo digital deverão ser cuidadosamente e criteriosamente analisadas, pois os resultados das simulações/processamentos serão os dados utilizados para a construção do ferramental no mundo real. Porém, existem algumas variáveis que não estão totalmente sob nosso controle na prática, embora em uma simulação determinística sejam especificadas com valores constantes. São as chamadas variáveis de ruído, que na prática podem ter diversos níveis de variação e dependendo dos seus valores ou da combinação destes podem gerar um processo instável, e com isso levar a futuros problemas na nossa produção.

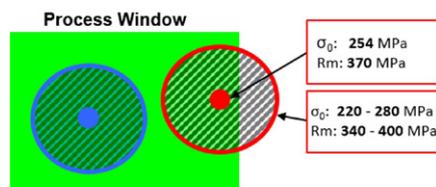


Figura 2: Janela de processo, um indicador de potenciais problemas devido às flutuações das variáveis de ruído

No desenvolvimento de uma simulação tradicional os dados de entrada das variáveis do processo são únicos e determinísticos, não considerando suas tolerâncias. Para identificarmos a capacidade real de um processo de forma previsível é necessário que todos os campos das tolerâncias sejam levados em consideração, evitando assim que as variáveis não controláveis afetem a sua capacidade, de forma a nos certificarmos de obter um processo robusto onde independentemente dos valores das va-

riáveis e suas combinações o resultado final de manufatura das peças estampadas não seja afetado.

Para permitir a previsão desses efeitos e identificarmos de maneira antecipada a capacidade dos processos, *softwares* como o módulo Sigma do programa AutoForm® desenvolveram uma tecnologia onde é possível definir campos de tolerâncias para cada variável, e o *software* por sua vez e de forma automática realiza o processamento de diversos cálculos de simulação (chamados "realizações"), combinando todos os seus possíveis resultados em um só arquivo e nos informando a real situação que iremos encontrar na nossa produção.

Na figura 3A podemos ver um produto com desvio dimensional acima de sua tolerância em alguns pontos. A figura 3B, mostra o mesmo produto que, após a compensação das superfícies de suas ferramentas, apresenta resultados dentro de sua tolerância dimensional.

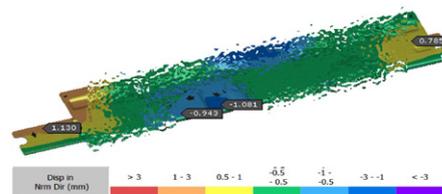


Figura 3A: Produto nominal

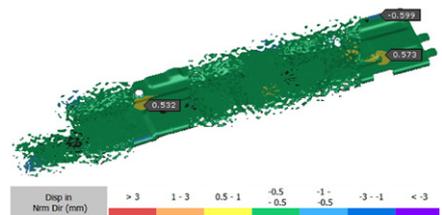


Figura 3B: Produto após compensação

AutoForm

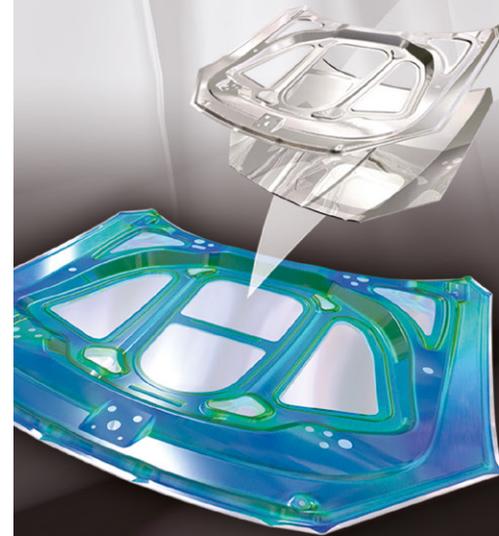
Soluções de Software para
Conformação de Chapas Metálicas

Você está interessado em:

- ▶ *Desenvolvimento de peças de chapas metálicas manufaturáveis?*
- ▶ *Um processo eficiente e seu planejamento de custos?*
- ▶ *Criação rápida e fácil de conceitos de ferramental e a validação final do processo de conformação?*
- ▶ *Um try-out eficiente e uma produção robusta e de alta qualidade?*

Nós podemos ajudá-los com:

- ▶ *Soluções em software de alta qualidade, desenhadas para a sua realidade diária e com alto desempenho*
- ▶ *Todo o suporte técnico necessário para que você possa tomar as decisões corretas ao longo de toda a cadeia de desenvolvimento e produção dos processos de conformação em chapas metálicas*



Logo, em uma primeira análise poderíamos dizer que temos uma simulação aprovada levando em conta o retorno elástico do produto. Mas quando fazemos uma análise mais profunda adotando algumas variáveis de ruído (figura 4), identificamos que não temos um processo robusto, pois a amplitude dos resultados é maior que a tolerância admitida (índice CP – Figura 6) como mostram as Figura 5. Isso indica que o processo produtivo idealizado na prática será incapaz de produzir sistematicamente peças dentro do dimensional desejado.

▼ Design/Noise Variables					
Name	Corr	Type	Min	Max	StdDev
• lube		Noise	-10.00 %	10.00 %	3.33 %
• rm		Noise	1.32	1.98	0.11
• Sigma0		Noise	-10.00 %	10.00 %	3.33 %
└ Rm	0,85	Noise	-10.00 %	10.00 %	3.33 %
• thickness		Noise	-10.00 %	10.00 %	3.33 %

Figura 4: Variáveis de ruído

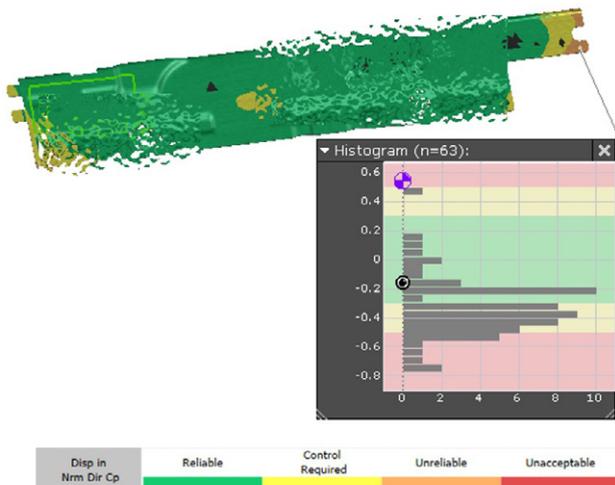


Figura 5: Análise de capacidade do processo

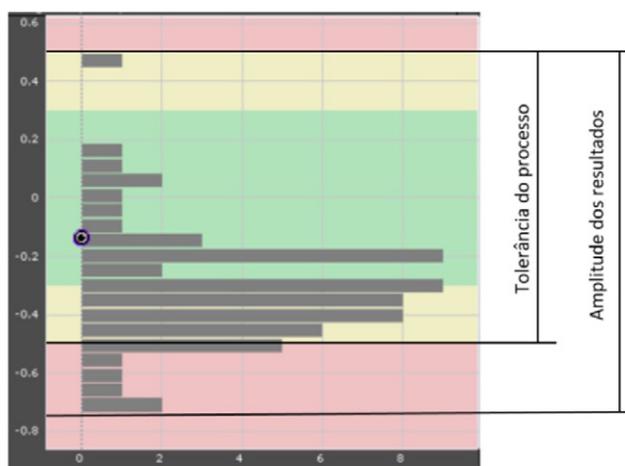


Figura 6: Gráfico Histograma

Tel: +55 11 4121 1644
info@autoform.com.br

www.autoform.com

AUTOFORM
Forming Reality

Outro fator que levamos em consideração para avaliar a capacidade do nosso processo é a análise do CPK, índice que nos permite avaliar a capacidade potencial de um processo com base na sua dispersão com relação ao nominal, ou seja, os valores de Cpk mais elevados indicam um processo mais capaz e os valores mais baixos de Cpk indicam que talvez o processo precise de melhorias.

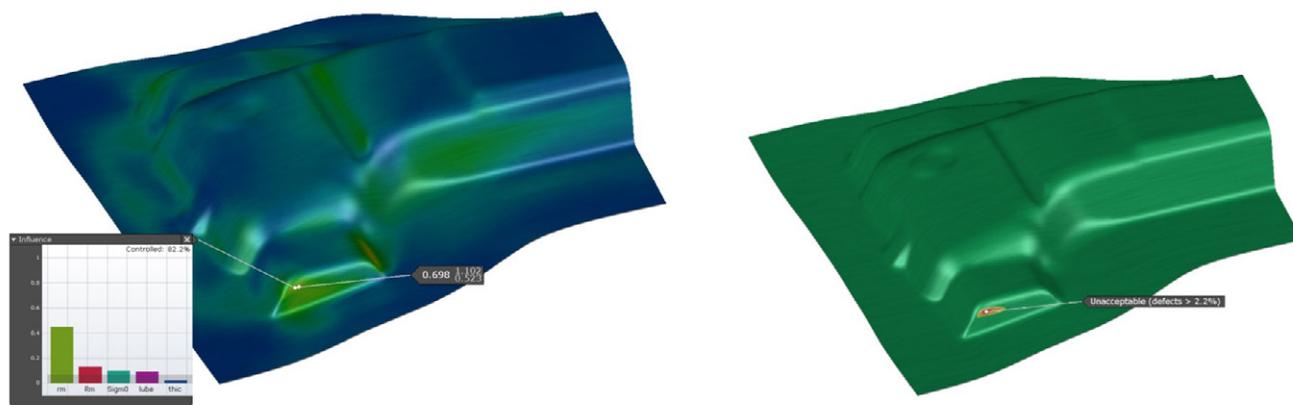


Figura 7: Análise de falha e resultado de CPK

Na Figura 7, temos uma simulação de estampagem na sua condição nominal, que não nos demonstra nenhum problema de falhas por rupturas. Agora levando em consideração as variáveis não controladas, identificamos que a modificação de uma ou mais delas poderá fazer com que o nosso produto, que inicialmente estava aprovado, torne-se reprovado pelo surgimento de um ponto de afinamento excessivo ou ruptura. As ferramentas estatísticas do programa que permitem analisar os resultados das realizações nos mostram qual variação teremos no ponto de falha, qual a variável tem a maior influência para o ocorrido, qual será o índice de peças rejeitadas de acordo com a nossa produção e etc.

Nesta Figura 7, podemos verificar os índices máximos (1,102), mínimos (0,523) e a condição nominal (0,698) onde o aceitável conforme a norma definida é um valor de 0,85. Verificamos também que a variável *rm* (anisotropia do material) é o fator que mais influencia para que tenhamos um problema de CPK nesse produto, seguido pelo limite de ruptura do material. Desta forma o resultado nos mostra que o processo é incapaz, com um índice de peças rejeitadas aci-

ma de 2,2% e que alguma modificação precisaria ser aplicada antes de se liberar a construção da ferramenta.

Vemos assim que com a utilização do AutoForm® Sigma conseguimos de maneira antecipada e parametrizada um mapeamento preciso de todo o nosso processo, identificando antecipadamente possíveis problemas de produção como rupturas, defeitos de superfície e defeitos dimensionais pro-

venientes das variáveis não controladas, como por exemplo propriedades mecânicas da matéria prima ou espessura do material, utilizando entre outros recursos gráficos que nos mostram qual variável terá maior influência, qual a probabilidade do problema acontecer e em qual momento ele irá acontecer, para podermos tomar decisões assertivas ainda na fase de projeto eliminando possíveis problemas futuros que possam comprometer os pilares principais que são a garantia da qualidade, a redução de tempo e também a redução dos custos dos ferramentais e das peças finais.



Bruno de Araújo Parra - Engenheiro de Controle e Automação formado na Faculdade Pitágoras com ampla experiência em conformação de chapas metálicas tanto de peças Classe A quanto de reforço estrutural. Tendo atuado nas áreas de Ferramentaria, Execução de Projetos de Produtos, Estampas e Simulação de Peças Estampadas em indústrias automotivas. Trabalha atualmente na AutoForm do Brasil, empresa desenvolvedora de software para conformação de chapas metálicas, como Engenheiro de Aplicação, responsável pelas atividades de pré-venda, treinamentos e suporte técnico aos usuários.

VollTrix

Consultoria Empresarial para o
Desenvolvimento Organizacional,
com foco na Excelência e Performance.

www.volltrix.com.br

Entre em contato através do endereço volltrix@volltrix.com.br e peça um «Diagnóstico Empresarial LITE» GRÁTIS.