

Software

Programas CAD/CAE/CAM permitem reduzir perdas no corte de chapas

O uso de *softwares* torna-se cada vez mais importante para a realização das atividades industriais, dentre elas o corte de chapas, que precisa ter um ótimo aproveitamento, já que o custo da matéria-prima representa grande parte do preço final do produto. O planejamento do corte de chapas, assim como a necessidade de redução dos custos e dos prazos de entrega dos produtos, tem levado muitas empresas do setor metal-mecânico a se modernizarem com a compra de máquinas de última geração, que requerem o uso de *softwares* de programação. O objetivo deste trabalho é apresentar a aplicação dos recursos que esses programas oferecem.

L. Schaeffer, V. Martins, L. Folle, A. S. Marques, P. R. Böesch Jr. e C. Ambrosi

A busca por prazos de entrega cada vez menores tem feito muitas empresas adotarem inovações tecnológicas para melhorar seus processos. Uma das soluções encontradas é o uso de *softwares* para auxiliar o projeto e a manufatura dos produtos. Algumas características desses sistemas fazem com que eles se tornem verdadeiros aliados das indústrias, trazendo benefícios como⁽¹⁾:

- Maior produtividade no desenvolvimento dos programas CNC;
- Redução do desperdício de matéria-prima;
- Gerenciamento e controle do estoque de matéria-prima;
- Cálculo do tempo e do custo de confecção da peça antes que ela seja fabricada.

Diversos sistemas de corte CNC estão disponíveis no mercado, sendo alguns mais antigos,

como o oxicorte, e outros mais recentes, como o corte a *laser*, a plasma e por jato d'água.

A temperatura de 1.350°C (também chamada de temperatura de oxidação viva) torna praticamente instantânea a oxidação, de modo que o calor fornecido pela reação é suficiente para liquefazer o óxido formado, realimentando a reação. O processo de oxicorte se aproveita do fato de que o óxido que está no estado líquido é expulso pelo jato

Lirio Schaeffer (schaefer@ufrgs.br) é coordenador do Laboratório de Transformação Mecânica (LdTM) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), em Porto Alegre (RS); Vinicius Martins (viniushiper@yahoo.com.br) é professor do Instituto Federal Sul-rio-grandense IFSul (Sapucaia do Sul, RS) e doutorando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e Materiais (PPGEM), vinculado ao LdTM-UFRGS; Luis Folle é doutorando e Ângela Selau Marques e Paulo Ricardo Böesch Júnior são mestrands pelo PPGEM-UFRGS; Carlos Ambrosi é técnico em aplicações da empresa Ska Automação de Engenharias, em São Leopoldo (RS). Este artigo foi apresentado na 1ª Conferência Internacional de Conformação de chapas, realizada entre 5 e 7 de outubro de 2011, em Porto Alegre (RS). Reprodução autorizada.

de O_2 para realizar o contato do O_2 puro com o ferro, garantindo a continuidade do processo. Essa técnica se baseia no aquecimento localizado fornecido por um maçarico especial de corte que, quando atinge a temperatura desejada, passa a injetar O_2 através do orifício central do bico de corte fixado no maçarico⁽²⁾. A figura 1 mostra o processo de oxicorte automatizado, comandado numericamente pelo computador.

Desde a criação do processo de corte a plasma, na metade da década de 1950, este incorporou várias tecnologias, e hoje se mantém como um dos principais métodos de corte de chapas metálicas, com os sistemas mecanizados comandados por controle numérico, principalmente nos eixos X, Y e Z. Posteriormente foram incorporadas outras tecnologias, que aumentam a consistência do processo por meio de um controle mais eficiente dos gases e prolongam a vida útil dos consumíveis graças ao sistema de refrigeração.

O corte a plasma é um processo que usa um bico com orifício para comprimir um gás ionizado em altíssima temperatura, para a fusão de metais condutores. Um gás eletricamente condutivo (plasma) é usado para transferir energia negativa fornecida pela fonte de plasma da tocha para o material a ser cortado. A tocha serve de suporte para os consumíveis e fornece um fluido refrigerante para estas peças (gás ou água). A figura 2

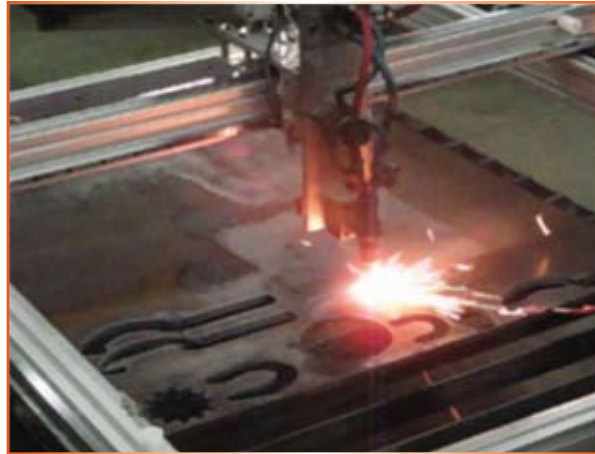


Fig. 1 – Processo de oxicorte CNC⁽³⁾

apresenta o processo com jato de ar auxiliar aplicado coaxialmente ao jato de plasma⁽⁴⁾.

O nome *laser* é a abreviatura da descrição do processo em inglês: *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation* (Amplificação da luz por emissão estimulada de radiação). O sistema de corte a *laser* (figura 3) é um processo de corte térmico que combina o calor do raio *laser* focado, sem contato, com uma mistura de gases (dióxido de carbono, nitrogênio e hélio) para produzir uma potência, que chega a cerca de 3.000 W por centímetro quadrado.

O feixe de *laser* é capaz

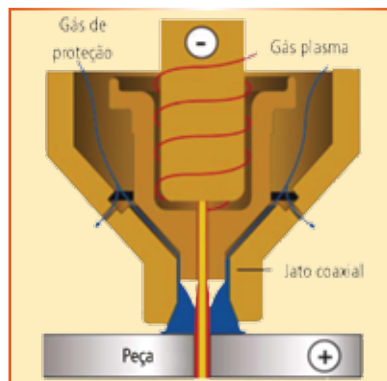


Fig. 2 – Processo de corte a plasma⁽⁴⁾

de vaporizar a maioria dos metais, produzindo cortes extremamente pequenos e precisos (0,1 a 0,6 mm) com uma distorção mínima pelo calor na área termicamente afetada. Isso ocorre em qualquer processo de corte por calor, mas com o *laser* é possível produzir peças mais complexas e precisas, com uma junta de corte mínima, menor

influência do calor e maior qualidade de corte. Diversos materiais podem ser cortados com este processo, como aço para construção, aço-ferramenta, aço de alta liga, metais não ferrosos e ainda materiais sintéticos como, por exemplo, vidro, acrílico, borracha e outros^(5,6).

O processo de oxicorte é o mais indicado para o corte de

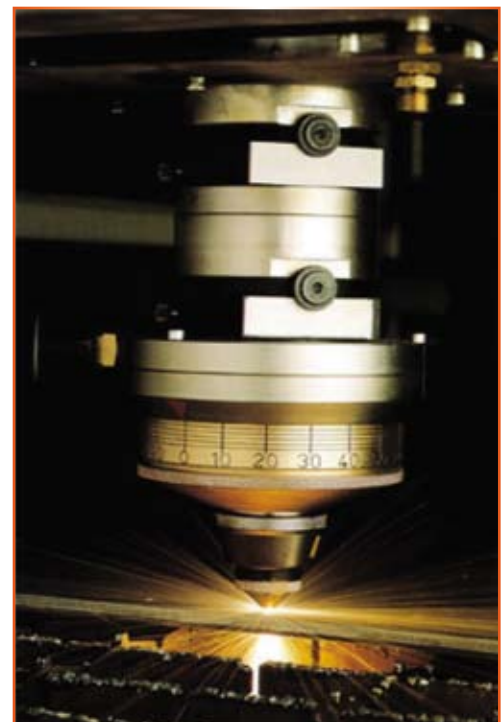


Fig. 3 – Processo de corte a laser⁽⁷⁾



“A Tecnologia aplicada ao corte de metais”

Para linhas de corte longitudinal e tesouras rotativas de recorte. Fabricadas em aços ferramenta forjados, aços rápidos, aços especiais da NEUENKAMP e aços de alto rendimento produzidos por sinterização através da metalurgia do pó. Tolerância na espessura até 0,002 mm.

Paralelismo e planicidade 0,002 mm.
Fases retificadas, lapidadas e polidas.

FACA CIRCULAR ROTATIVA



Com núcleo de aço temperado, revestidos com material resistente a óleo e abrasão. Dureza SHORE de acordo com a característica do material a ser cortado.

ANÉIS EXPULSORES REVESTIDOS



De aço ferramenta temperado, retificado ou polido com a máxima precisão. Com as mesmas tolerâncias das facas, possuem resistente gravação das medidas nas faces por inserção a laser. Modelo resistente a corrosão através do tratamento especial.

ANÉIS ESPAÇADORES E DISTANCIADORES



A Star Tecnologia juntamente com o seu parceiro da Alemanha, Neuenkamp, montou um moderno centro de reafiações de facas circulares em sua planta no Brasil.

Atualmente prestamos serviços aos principais centros de serviços no Brasil, seguindo rigorosamente os padrões recebidos da Alemanha.

CENTRO DE SERVIÇOS - REAFIAÇÕES



Star Tecnologia Indústria e Comércio Ltda.

Fone/Fax: 55-11- 2431-3671

star@startecnologia.com.br

www.startecnologia.com.br

R: Itaguajé, nº 51 – CEP 07170-520

Parque São Luis – Guarulhos /SP – Brasil

Software

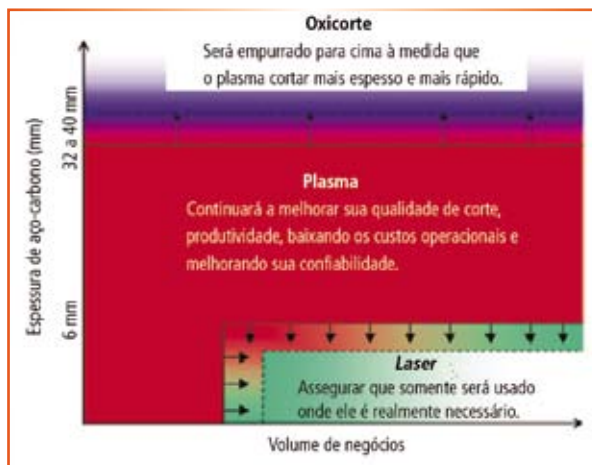


Fig. 4 – Indicativo dos processo de corte de chapas⁽⁴⁾

chapas de aço-carbono com espessuras acima de 40 mm, devido ao seu baixo custo e relativa precisão. Para chapas com espessuras abaixo de 6 mm, com corte em ângulos retos, o processo recomendado é a *laser*, mas para chapas com espessuras maiores o sucesso do corte depende da potência do ressonador. Duas características muito importantes devem ser avaliadas, que são o acabamento dimensional e a rugosidade da superfície do corte. A figura 4 mostra as recomendações para o corte de chapas de acordo com a espessura e com o volume de trabalho.

O corte por jato d'água utiliza a energia mecânica, de forma que a força de impacto exercida pelo jato d'água com alta pressão – variando de 1476,45 a 6327,63 kgf/cm² (144,79 a 620,53 MPa) – supera a tensão de cisalhamento do material na superfície pontual de contato. O orifício de focalização tem diâmetro entre 0,1 mm e 0,6 mm, e o processo atinge uma velocidade de corte da ordem de 520 a 920 m/s. Este processo não apresenta limitações quanto ao material a ser cortado, uma vez que se trata de um processo de corte mecânico, aliado ao fato



Fig. 5 – Processo de corte por jato d'água⁽¹¹⁾

Software

de não existir zona termicamente afetada, como ocorre nos processos térmicos.

O corte por jato d'água pode ser realizado com ou sem o uso de abrasivo, o que depende da dureza e da espessura do material a ser cortado. É possível cortar materiais macios como papeis, plásticos, placas de gesso, produtos alimentícios, espumas e materiais de isolamento, ou mesmo materiais mais duros e densos, como o aço ao carbono, titânio, aços inoxidáveis, compostos, cerâmicas, pedras, vidros e materiais densos e duros, com até 200 mm de espessura^(8, 9, 10). A figura 5 (pág. 34) mostra o corte sendo executado por jato d'água sem abrasivo, enquanto a figura 6 apresenta o esquema funcional do processo com abrasivo.

Atualmente existem no mercado diversos tipos de máquinas para o corte de chapas, que empregam processos de oxicorte, a plasma, a *laser* e por

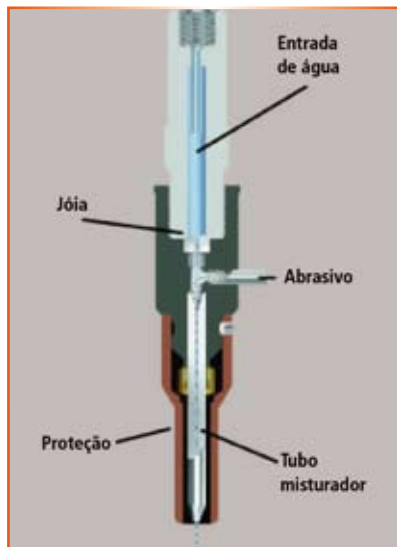


Fig. 6 – Processo de corte por jato d'água com uso de abrasivo⁽¹²⁾

jato d'água. Para que a indústria faça uso de todos os recursos disponíveis em termos de matéria-prima do próprio processo, é importante a utilização de um *software* que trabalhe com o *layout* de corte das chapas independentemente do tipo de processo, sendo necessário que haja uma perfeita combinação entre

as máquinas e o *software*. Essa integração pode ser feita, por exemplo, pelo *software* Lantek, por meio de seu pós-processador, que permite a integração de todas as variáveis⁽¹²⁾.

De forma resumida, é possível descrever o planejamento e a programação de corte em um programa CAD/CAE/CAM na seguinte ordem: importação do desenho 2D ou desenho deste com o uso do próprio *software*; escolha da disposição das peças (isso pode ser feito de forma manual ou automática); geração dos caminhos de corte, programação do CNC e envio do código CN para a máquina. Todas essas etapas são realizadas dentro de um mesmo ambiente, ou seja, sem a necessidade de que se troque de programa⁽¹⁾.

Sistema de gerenciamento de peças e biblioteca de chapas com base de dados aberta são outros itens imprescindíveis em um sistema para corte de chapas. Todas

SISTEMA DE CORTE VOADOR PARA LINHAS DE PRODUÇÃO CONTÍNUA DE TUBOS COM VELOCIDADES DE TRABALHO ATÉ 150m/min

- Máquinas para conformação de tubos com solda HF
- Máquinas perfiladeiras contínuas para perfis diversos
- Máquinas para teste hidrostático de tubos com costura
- Rolos conformadores para máquinas de tubos e perfiladeiras
- Sistemas de corte para linhas contínuas de tubos e perfis
- Sistemas de alimentação contínua de fitas de aço
- Equipamento para emenda da extremidade de bobinas
- Linhas para corte de bobinas de chapa



Wimaq

Rua Igapó, 37 - Sarandi - Porto Alegre - RS
CEP:91130-410 - Tel/Fax: (0XX51)33645280
<http://www.wimaq.com.br>
e-mail: wimaq@wimaq.com.br

as informações das peças estão salvas em uma base de dados, organizada de tal maneira que os usuários poderão facilmente localizar a chapa requerida com base nas informações cadastradas, como material, espessura, data, cliente etc. Além disso, é possível utilizar também retalhos de chapas, já que os mesmos podem ser facilmente localizados na base de dados⁽¹⁾.

Existem diversos programas para controle e distribuição do *layout* do corte de chapas disponíveis no mercado. Saber qual deles apresenta a melhor relação custo/benefício não é uma tarefa fácil, a princípio. Este trabalho tem como objetivo estudar tecnicamente as características da versão 2011 do *software* Lantek.

Materiais e métodos

O ganho no aproveitamento do material com a utilização de um *software* é muito alto, se comparado com a programação manual. Por mais experiência que um programador tenha, a rapidez e a agilidade que o *software* traz é incomparável com a capacidade humana. Além disso, com um sistema CAM tem-se uma diminuição dos erros e um aumento da velocidade de corte, pois o programa possui recursos que nos permitem simular previamente o corte da peça. Assim, caso haja algum erro, é possível corrigi-lo antes da fase de fabricação, o que permite um ganho de tempo e a redução do desperdício de material.

A redução das chapas em estoque e a reutilização de chapas e retalhos são também potencialidades importantes. O Lantek permite a impressão de etiquetas para identificação das peças e retalhos, facilitando a identificação e a comunicação entre as pessoas envolvidas na produção. Muitas vezes as empresas não conseguem reutilizar seus retalhos porque o tempo perdido para localizá-los no estoque é muito grande, e assim, optam por comprar uma chapa nova, o que aumenta o custo da produção.

Ao fazer uso de um sistema CAM, a empresa pode imprimir etiquetas de forma automática no final do programa, de forma a identificar a peça e os retalhos

Software

da mesma chapa para uso futuro. Assim, no momento da geração de um novo lote de peças a serem cortadas, o programa indicará se existe no estoque retalhos que podem ser utilizados, evitando o desperdício de material e gastos desnecessários com a compra de uma nova chapa.

A ferramenta de *nesting* é a uma das mais utilizadas pelos usuários. Após a escolha das peças a serem cortadas, seleciona-se o comando de *nesting* para que o programa as distribua na chapa de forma automática, levando em consideração aquelas que podem passar por cortes em comum, ou seja, em uma única operação é feito o corte de duas peças. Desta forma é possível ganhar tempo e economizar consumíveis.

Outra opção interessante que o sistema possui é a possibilidade do usuário escolher o nível de cálculo que deve ser utilizado. Por exemplo, podem existir cinco opções de *nesting* com cinco diferentes níveis de aproveitamento, mas quanto melhor for esse resultado, mais demorado será o cálculo de processamento, já que o número de combinações que o *software* vai simular para encontrar o resultado será maior.

A figura 7 mostra o melhor arranjo possível da distribuição das peças a serem cortadas identificado pelo *software*. Também é possível observar a sobra de material na área em azul, sendo que esta foi identificada e será arquivada no banco de dados para uma futura utilização.

Alguns anos atrás, a decisão de investir em um sistema CAM para a programação de máquinas CNC levava em conta apenas os

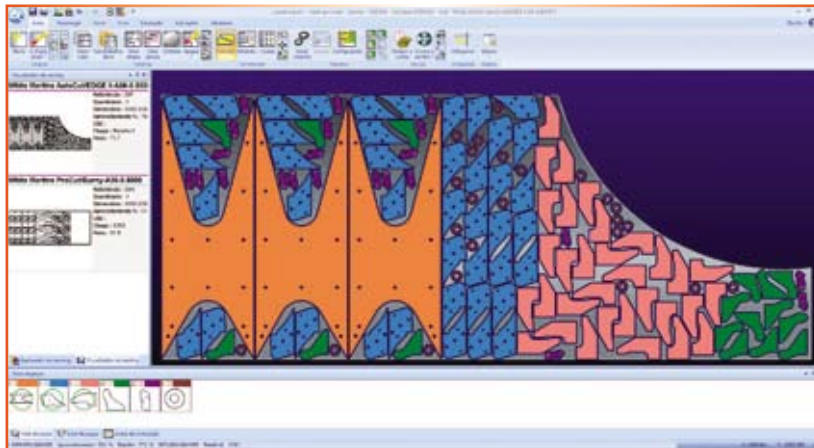


Fig. 7 – Acionador de rodízio

recursos técnicos ligados à produção. Hoje é necessário verificar, além disso, a capacidade de integração do CAM com os demais setores da empresa, como, por exemplo, com a engenharia e até mesmo com o setor de vendas. Isso é importante, pois as peças que já foram projetadas em 3D – como, por exemplo, a carcaça de uma máquina – não precisam ser redesenhadas, e o próprio sistema deve possuir a capacidade de planificar e preparar a peça a ser cortada de forma automática. No caso do *software* em estudo, isto é feito pelo módulo Lantek Flex3d, como mostra a figura 8.

A integração do *software* com a área comercial permite que a empresa gere orçamentos mais precisos, evitando que negócios sejam perdidos por superfaturamento, ou mesmo que se tenha prejuízo com valores abaixo dos gastos para a fabricação de determinado lote de peças. Isso é feito com o uso da ferramenta Lantek Manager, que possui integração com sistemas ERP, de forma que todas as informações sejam compartilhadas entre os dois sistemas, evitando trabalhos redundantes entre diferentes departamentos da empresa. Também é importante destacar que, com essa integração, a atua-

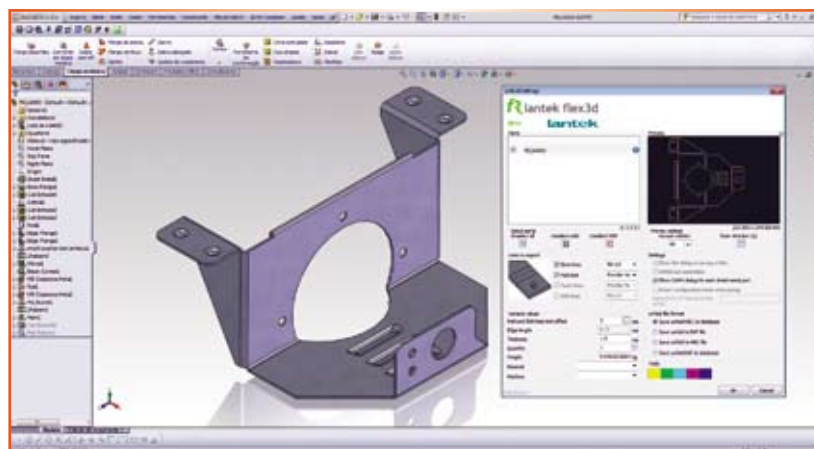


Fig. 8 – Acionador de rodízio

Software



Fig. 9 – Etapas para o desenvolvimento de um produto

lização do estoque passa a ser automática, com informações de entrada e saída de material.

Resultados e discussão

Alguns anos atrás, quando uma empresa do setor de manufatura recebia um pedido de compra de seu cliente, o serviço era executado de forma linear, ou seja, o escopo do projeto era definido pelos gestores da empresa, enviado ao setor de projetos e depois para a produção. Por fim, o produto era entregue ao cliente final e este o aceitava, sem que pudesse ter interagido durante o processo de fabricação.

Atualmente, em virtude de fatores como a globalização, a

concorrência internacional e os menores prazos de entrega, o processo de desenvolvimento do produto tornou-se cíclico, de modo que o cliente participa das tomadas de decisões durante o processo. Além disso, mais um profissional foi inserido nesse processo: o *designer*. A presença dele se faz necessária frente às novas exigências da concorrência com os mercados asiáticos.

Os sistemas CAD 3D permitem que o produto seja visualizado antes da sua fabricação, o que auxilia tanto em questões visuais como em questões técnicas, como o funcionamento de componentes em um conjunto mecânico, ou simplesmente a aprovação do “visual” de um

produto. Frequentemente um produto, em comparação com outro de mesma qualidade técnica, é escolhido simplesmente porque possui um visual mais bonito e atraente.

Os *softwares*, tanto CAD como CAM, auxiliam este processo porque permitem planejar de forma eficaz o projeto e o processo de fabricação da peça, evitando erros e desperdícios, o que permite chegar até a peça acabada em um curto espaço de tempo. Outra vantagem expressiva é a possibilidade de visualizar o produto acabado em formato digital e, caso seja necessária alguma correção, é possível fazê-la antes do início da fabricação, o que evita gastos



Ready for Tomorrow.



Tocha TBi Robô MIG RM1

- Garantia de 1 ano no TCP
- Longa vida útil
- Tubo externo de aço inoxidável
- Baixa operação de manutenção



TBi Jet Stream Estação de Limpeza

- Limpeza completa dos bocais
- Aumento da vida útil das peças de reposição
- Atende todas as geometrias dos bocais
- TBi FineSpray mantém a célula robótica limpa
- Economia de até 80% no anti-respingo

boxer

TECNOLOGIA EM SOLDAS

Presente em
grandes obras



AMIG 350 PM

- Processo Mig/Mag automatizado com robô, alta produtividade (24 horas de solda diária)
- Duplo pulso, ideal para soldas Mig em alumínio
- Sinérgica, autorregulável com programas pré-salvos



ATIG 315 AC/DC

- Ótimo acabamento em soldas para alumínio e aço inox
- Tecnologia digital, facilita transporte e economia de energia
- Solda Tig AC/DC e Eletrodo Revestido

MIG 350

- Inversor para solda Mig/Mag
- Excelente performance com CO₂
- Economia de energia de até 30%



Visite nosso site e conheça
nossa nova linha:

boxersoldas.com.br
Fone/Fax: +55 19 3469.3004

Software

desnecessários.

Ao compararmos a figura 9 com a figura 10 (pág. 42) percebe-se que, além do processo ser cíclico, a qualidade está no centro das demais áreas, o que representa que ela está envolvida em todas as etapas do desenvolvimento, assim como o cliente, que interage com o fornecedor nas tomadas de decisões.

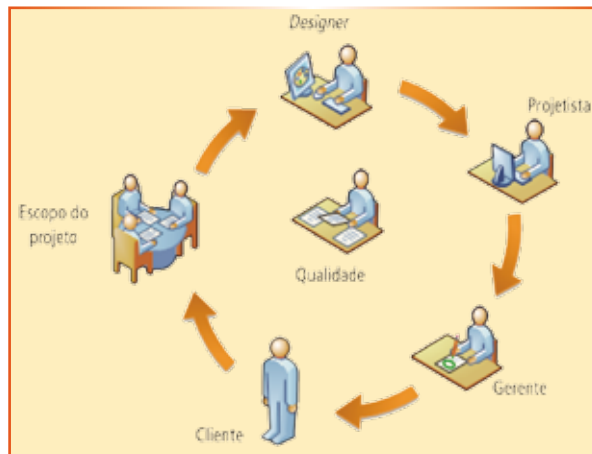


Fig. 10 – Ciclo de desenvolvimento de um produto

O prazo de entrega de um produto é um fator imprescindível no momento da escolha de um fornecedor. Identificar e controlar cada etapa com o auxílio dos sistemas CAD/CAE/CAM também pode trazer muitos benefícios para as empresas. Por meio da figura 11 (pág. 42), percebe-se claramente que, na medida em que o tempo de produção aumenta, os custos

também aumentam. Assim, é necessário fazer todo o esforço possível para que as alterações e correções do produto ocorram ainda na etapa de desenvolvimento do projeto, quando os custos são menores. Usar sistemas de simulação e análise para validação do produto é uma forma de evitar erros e problemas na peça em etapas posteriores. A integração entre os setores de

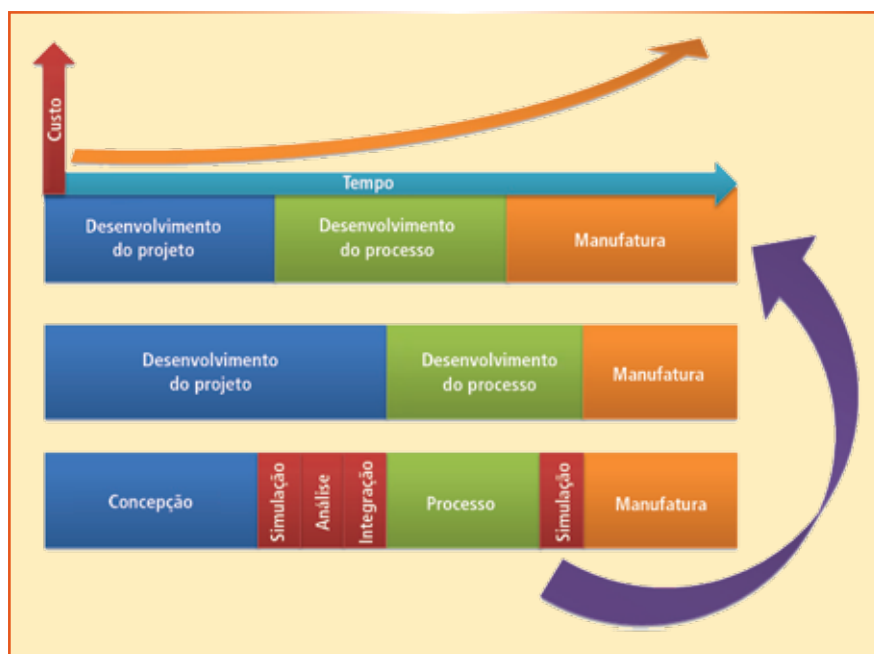


Fig. 11 – Distribuição do tempo entre as etapas do desenvolvimento do produto

engenharia e de processo pode ser feita com o uso do Lantek Flex 3D, por exemplo.

Com a facilidade de integração entre os sistemas, tem-se a vantagem de poder realizar tarefas concomitantes entre os setores, ou seja, mesmo que a engenharia ainda não tenha acabado totalmente a modelagem de um produto, o setor de processo já pode ir manufacturando a peça. Na medida em que a engenharia conclui a modelagem e envia as alterações, o *software* reconhece as mudanças de forma automática.

Na terceira barra da figura 11 observa-se a indicação de que, após a concepção da peça, deve-se usar um sistema de simulação. Ele tem sido um grande aliado da indústria, pois permite não só identificar erros, mas também melhorar as características do produto de acordo com as exigências às quais a peça será submetida. Na segunda barra, a área em azul já está maior do que as demais, representando o uso de *softwares* CAD 3D. Esses programas já trouxeram um grande avanço para as engenharias, pois antes deles eram utilizados apenas *softwares* 2D, além de que as áreas de engenharia e processo trabalhavam de forma isolada, e alguns erros só eram detectados no final da fabricação do produto, conforme representado na primeira barra da figura 11.

A empresa Atlas Schindler relata que reduziu o tempo de programação e aumentou a produtividade com o uso do Lantek. A unidade da empresa em Londrina (PR) buscava uma solução para o punctionamento de cha-

Se você está procurando o melhor custo-benefício em máquinas para conformação e perfilação de metais, nós temos o que você precisa.



ASIA METALS
NEGÓCIOS INTERNACIONAIS

Assistência Técnica especializada para todo o Brasil.

www.asiametals.com.br | maquinas@asiametals.com.br | 54 3289.8900

Venha nos visitar no estande H54 na



Software

pas que fosse segura e integrada com o sistema operacional, trouxesse maior produtividade no desenvolvimento dos programas CNC, permitisse a programação das quatro punçoneiras com uma mesma solução e reduzisse os erros de programação.

Para tanto, foram adquiridas licenças flutuantes do Lantek Punch Plus, o que permitiu que todas as máquinas fossem integradas a um único banco de dados. Atualmente, o *software* é utilizado no setor de MSHS (*Metal Sheet Handling System*), com três usuários no chão de fábrica e outros três sendo treinados na engenharia⁽¹⁾. Os principais resultados obtidos pela empresa após a implantação do sistema foram:

- Versatilidade na migração de programas entre comandos CNC diferentes;
- Possibilidade de emissão de relatórios e envio seguro de programas CNC para as punçoneiras;
- Ganhos em flexibilidade: hoje a empresa não tem mais máquinas dedicadas a um único processo;
- Os erros foram reduzidos e a velocidade de programação aumentou.

Por dispor de ferramentas que contemplam várias situações do chão de fábrica, os programas e todo o gerenciamento de ferramentas se tornaram mais fáceis, rápidos e dinâmicos. Segundo Audrey Chagas Oliveira, técnico

em processos da Atlas Schindler, em 2004 eles tiveram 502 erros de programas, mas em 2005 eles não passaram de 100. A média de programação era de 2,65 programas/hora, e hoje é de 1,85.

Conclusão

Os avanços na área de CAD/CAE/CAM aconteceram de forma exponencial nos últimos anos e trouxeram muitas mudanças nos processos de manufatura. Hoje, os desafios vão além de projetar e produzir com qualidade, mas é preciso gerenciar todo processo, visando à diminuição de custos e redução do prazo de entrega. Segundo dados levantados pela Ska Automação de Engenharias,

Prestação de
Serviços

- **Perfilação**
- **Slitter** (CORTE LONGITUDINAL) e ● **Blanks** (CORTE TRANSVERSAL)
- **Corte e Dobra** (GUILHOTINAS / DOBRADEIRAS)
- **Usinagem**
- **Soldagem**
- **Calderaria Leve**
- **Estamparia**
- **Confecção FERRAMENTAIS**
- **Eletroerosão à FIO e PENETRAÇÃO**

Consulte

(11) 2487-5500

HOME

TECNOLOGIA
Cumbica - Guarulhos- SP
vendas@homeline.com.br
www.homeline.com.br

electric

LASERS PARA INTEGRAÇÃO E REPOSIÇÃO

Representante exclusivo no Brasil

- ⑤ **Tubo de laser CO₂ selado Synrad (10 a 400W)**
- ⑤ **"Fiber Laser" da SPI Lasers (10 a 1kW)**
- ⑤ **Lentes de Focalização, braço articulado, componente opto-mecânico da LaserMech**

Lynx Com. Imp. Ltda.
11-3862-2099
lynx@lynxbrasil.com.br
www.lynxbrasil.com.br

ferramentas desse tipo vão muito além da geração de um código CN, pois possuem recursos que integram todo o processo, desde a venda até a entrega do produto final para o cliente.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Laboratório de Transformação Mecânica (LdTM), à Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), e à instituição de apoio financeiro CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) e CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior). Agradecem também à empresa Ska Automação de Engenharías Ltda, pelos esclareci-

mentos e demonstração técnica do *software* Lantek.

Referências

- 1) SKA. *Apresentação do software Lantek*. Disponível em: <http://www.ska.com.br/produtos/index/6/lantek_expert>. Acesso em: 01/07/2011.
- 2) RAMALHO, J. Processo Oxicorte. In: *Portal Brasileiro de Soldagem*, Disponível em: <www.infosolda.com.br/new_site/getFile.php?t=d&i=106>. Acesso em: 04/06/2011.
- 3) *Processo de Oxicorte*. Disponível em <http://mecatronica.florianopolis.ifsc.edu.br/ppgm/index.php?option=com_content&view=article&id=1&Itemid=35>. Acesso em: 24/06/2011.
- 4) LIMA, E. G. Corte a plasma. *Revista da Soldagem*. Ano II - nº09 p. 18 -26.
- 5) *Processo de corte a laser*. Disponível em: <<http://www.jomafer.com.br/noticias/processo-de-corte-a-laser-com-co2>>. Acesso em: 2/07/2011.
- 6) JOAQUIM, R. E RAMALHO, J. *Laser*, p. 1-6. Disponível em: <www.infosolda.com.br/download/62dda.pdf> Acesso em: 4/07/2011.
- 7) *Corte a laser*. Disponível em: <http://www.lanteksms.com.br/lantek_expert_cut_laser.asp> Acesso em: 5/07/2011.
- 8) JOAQUIM, R. E RAMALHO, J. *Jato de Água*, p. 1-6. Disponível em: <www.infosolda.com.br/download/62ddr.pdf> Acesso em: 4/07/2011.
- 9) *Corte por jato de água*. Disponível em: <<http://www.acdchapas.com.br/pdf/acd-chapas-info-corte-jato-de-agua.pdf>> Acesso em: 5/07/2011.
- 10) *Corte com jato de água*. Aula 61 do Telecurso 2000. Disponível em: <http://www.4shared.com/get/ap1_K_KW/61_Corte_com_jato_de_gua.html> Acesso em: 5/07/2011.
- 11) *Processo de corte de jato de água*. Disponível em: <http://www.lanteksms.com/pt/lantek_expert_cut_chorro_de_agua.asp> Acesso em: 6/07/2011.
- 12) *Processo de corte de jato de água com abrasivo*. Disponível em: <<http://ciencia.hsw.uol.com.br/questao553.htm>>. Acesso em: 6/07/2011.



HAEUSLER
the forming factory



Semac Representações Comerciais Ltda

Fone: (11) 4412-9583
E-mail: haeusler@semac.com.br
Site: www.semac.com.br

- Tecnologia suíça de conformação e fabricação
- Mais de 70 anos de experiência
- Equipamentos para a produção de tubos LSAW com diâmetros entre 16" e 64"
- Calandras de Chapa, Tubo e Perfil



Calandragem de Chapas



Conformações Especiais



Linhas de Produção



Calandragem de Perfis



Acessórios de Montagem

We invite you to visit our stand at an exhibition

