

Conformação mecânica combina com... automação

Você certamente já assistiu a alguns filmes de ficção científica onde se mostrava a sala de controle de naves espaciais. Sim, aquelas mesmas que, segundo a imaginação e os efeitos especiais criados pelos produtores, cruzarão o universo daqui a alguns séculos, perseguindo ou sendo perseguidas pelos mais variados tipos de bandidos interplanetários. Faça um esforço de memória. Lembra-se das paredes forradas de telas de computadores com gráficos, figuras e números que não acabavam mais? E daquela infinidade de botões, chaves e luzes de tudo que é cor?

Pois bem, em algumas instalações industriais atuais, ainda em pleno século XX, você vai encontrar salas de controle bastante semelhantes àquelas dos filmes. E elas estão nas usinas hidrelétricas, nucleares e siderúrgicas, nas indústrias petroquímicas...

Dessas salas, um ou alguns técnicos observam o funcionamento de toda a instalação. Nesta tarefa contam com o inestimável auxílio de vários computadores. Essas salas de controle, no entanto, nem sempre foram tão sofisticadas. Nem sempre contaram com computadores. É que, com o passar dos anos, a inteligência humana aliada às necessidades do mercado consumidor fizeram surgir uma série de aparelhos, máquinas e equipamentos destinados a aumentar a produtividade das indústrias e a qualidade dos produtos.

Assim, algumas instalações industriais e fábricas acabaram se tornando complicadas demais para serem supervisionadas pelos métodos convencionais. Imagine um técnico de óculos, avental branco e prancheta na mão andando pela fábrica e anotando a pressão de um manômetro aqui, a temperatura de um termômetro

ali. Abrindo uma válvula mais adiante ou desligando um motor elétrico numa outra seção. Fácil, não? Agora imagine 50 manômetros, 40 termômetros, 120 válvulas e 80 motores elétricos. E todas as operações descritas acima tendo que ser repetidas a cada hora. É, se conseguisse dar conta de um dia de serviço, esse mesmo técnico teria pesadelos com manômetros, motores e tudo o mais pelo resto de sua vida.

Você que é esperto até já percebeu onde queremos chegar, não é mesmo, caro aluno? Pois então, o objetivo desta aula é justamente mostrar que os sistemas de automação se combinam muito bem com os processos de conformação mecânica. Confira.

E outra vez o computador

Ao aumentar o número de variáveis a serem controladas não restou ao homem outra opção além da automação e... é, já adivinhou... Ele mesmo, o computador.

No tipo de instalação de que estamos tratando aqui, os computadores estão organizados de uma forma hierárquica. É como numa empresa onde temos o diretor, o gerente, o supervisor e o operário, cada um deles com uma determinada tarefa e interligados uns aos outros por meio de relações de subordinação.

No mundo da automação, também há computadores que dão ordens a outros, numa cadeia com tantos níveis quanto for o tamanho da complexidade daquilo que se pretende automatizar. Nos níveis mais baixos dessa pirâmide, encontramos os computadores que “põem a mão na massa”, ou seja, que estão ligados diretamente às máquinas e equipamentos. Esses computadores são chamados de CLPs - controladores lógico programáveis, ou simplesmente CP - controladores programáveis.

Dessa forma, tudo o que é detectado pelos sensores de pressão, temperatura, velocidade e quaisquer outras variáveis que precisam ser controladas, é levado à sala de controle através de cabos elétricos. Os computadores analisam essas informações, compa-

ram com o que é desejado pelos técnicos e enviam ordens, também através de cabos elétricos, para motores e válvulas. Ao homem resta verificar se tudo está correndo conforme o previsto e intervir no sistema quando alguma coisa foge ao controle dos próprios computadores. É o caso da quebra de equipamentos, quando então as equipes de manutenção devem ser acionadas.

Laminação rima com automação

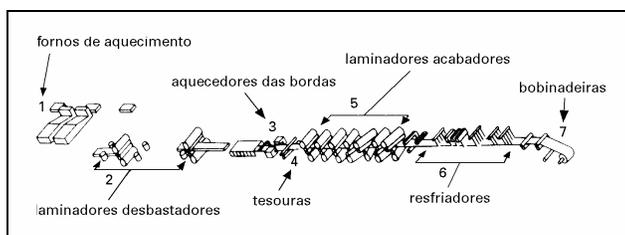
Uma das instalações industriais que atualmente encontra-se bastante automatizada é aquela destinada a laminar metais. A automação neste tipo de indústria tem os seguintes objetivos:

- Aumentar a precisão da largura e da espessura das chapas e placas metálicas.
- Melhorar a planeza e a rugosidade superficial.
- Melhorar as propriedades mecânicas dos materiais laminados.
- Diversificar os materiais laminados em termos de dimensões e composição química.

A instalação consta das seguintes seções:

1. Fornos de recozimento.
2. Laminadores de desbaste.
3. Aquecedores.
4. Cortadores laterais.
5. Laminadores de acabamento.
6. Resfriadores da tira metálica.
7. Bobinadeira.

O leiaute desse tipo de linha de laminação automatizada é mostrado na figura a seguir.



Pelos nomes, você pode perceber que as seções não são diferentes das de uma instalação de laminação comum. A grande diferença está no modo como as sessões são controladas. Para controlar as variáveis que influem nos objetivos visados pela automação, um grande número de sensores e atuadores está espalhado ao longo da linha de laminação.

Existem sistemas óticos, baseados em câmeras digitais ou raio laser, tanto nos laminadores de desbaste como nos de acabamento, que medem a largura e a espessura da tira metálica. Essas informações são enviadas aos computadores.

Também são medidas a temperatura da tira metálica (quando a laminação é feita a quente), a força que os cilindros de laminação exercem sobre a tira, bem como as velocidades desses cilindros. Para cada uma dessas variáveis - temperatura, força, velocidade - deve existir um tipo específico de sensor. Assim, os pirômetros vão medir as temperaturas, as células de carga vão medir as forças e os tacogeradores, as velocidades dos cilindros de laminação.

Todas essas informações são transformadas em sinais elétricos (tensão e corrente elétrica) e enviadas a um ou mais computadores. Neles existem programas que, na verdade, são receitas de como deve funcionar uma linha de laminação. O computador verifica, de acordo com as informações recebidas dos sensores, se o que está acontecendo na fábrica está de acordo com o previsto na "receita". Caso alguma coisa não esteja correndo bem, o computador irá enviar ordens para os atuadores.

Se os sensores são os olhos, os atuadores são os braços do computador. São os atuadores que vão agir na fábrica de modo que corrija os desvios entre o que era esperado e o que está ocorrendo na realidade. Numa laminação, os principais atuadores são os motores elétricos e os motores hidráulicos. Eles são responsáveis pela força que os cilindros de laminação exercem sobre a tira de metal, bem como pela velocidade com que a tira metálica percorre toda a linha.

Na laminação a quente uma variável adicional se faz presente: a temperatura da tira metálica. Ela influi na estrutura cristalina do metal e, conseqüentemente, em suas propriedades mecânicas. Assim, é necessário controlar as temperaturas medindo-as através dos pirômetros e atuando nos aquecedores de indução.

Como você já deve ter observado, não é uma tarefa fácil automatizar uma linha de laminação. Existem muitas variáveis que interferem no processo e influem na qualidade do produto final. Além disso, essas variáveis estão relacionadas umas às outras. Alteramos uma e acabamos mudando outras. É como aquele antibiótico que cura uma infecção na garganta mas acaba por atacar o estômago.

Para lidar com esses vários efeitos e na velocidade em que ocorrem, tanto os computadores propriamente ditos como os programas de controle devem ser eficientes e confiáveis. Eventuais falhas podem pôr em risco a vida dos funcionários ou causar prejuízos em máquinas e instalações. Assim, é comum neste tipo de instalação existirem vários computadores com a mesma função. Se um deles eventualmente falha, os outros continuam a desempenhar a tarefa programada sem que a fábrica sofra qualquer tipo de interrupção.

Pare! Estude! Responda!

Exercício

1. Responda às seguintes perguntas.
 - a) O que é CLP?
 - b) Quais os objetivos da automação na laminação de metais?
 - c) Quais são as variáveis controladas em uma linha de laminação?
 - d) Se o controle de vários equipamentos de uma fábrica fica a cargo de computadores, que cuidado deve ser tomado para o caso de uma eventual falha?

Dobrando, cortando e forjando automaticamente

Já vimos, em outra parte desta aula, que os computadores ligados diretamente às máquinas e equipamentos são aqueles chamados de controladores programáveis. Embora de forma não tão acentuada, os controles numéricos também já aparecem automatizando máquinas destinadas a outros processos de conformação mecânica dos metais. Isso significa que é possível automatizar também operações de dobramento, corte e estampagem. É o caso das **prensas dobradeiras**, das **puncionadeiras** e das **prensas hidráulicas e mecânicas**.

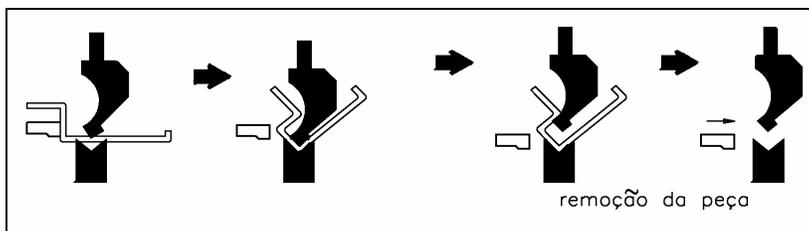
Embora ainda bastante raras na indústria nacional, as prensas dobradeiras controladas por computador permitem a fabricação de peças de geometria complicada em tempos reduzidos quando comparados aos processos convencionais. Com prensas convencionais, para se produzir uma peça com muitas dobras, ou muitos vincos, como se costuma dizer, é necessário ajustar a máquina várias vezes, praticamente a cada dobra. Para se evitar esse problema, costuma-se, então, usar várias prensas, uma para cada operação. Assim, são necessárias várias máquinas e seus respectivos operadores para fazer o que uma máquina controlada por computador pode fazer sozinha.

As prensas dobradeiras comandadas por computador permitem a fabricação completa de uma peça por vez, porque após cada dobra, é capaz de ajustar-se automaticamente para a dobra seguinte. Este tipo de máquina pode ser visto na figura a seguir.

Essa prensa dobradeira conta com uma série de motores elétricos e cilindros pneumáticos e hidráulicos. Estes motores e cilindros são chamados de atuadores, pois exercem uma determinada ação sobre uma parte qualquer da máquina. Cada um desses atuadores é responsável por um movimento da máquina.



O programador da máquina tem a tarefa de “ensinar-lhe” a seqüência de passos, ou seja o programa, necessários à obtenção de uma peça, como, por exemplo, a seqüência mostrada na ilustração a seguir.

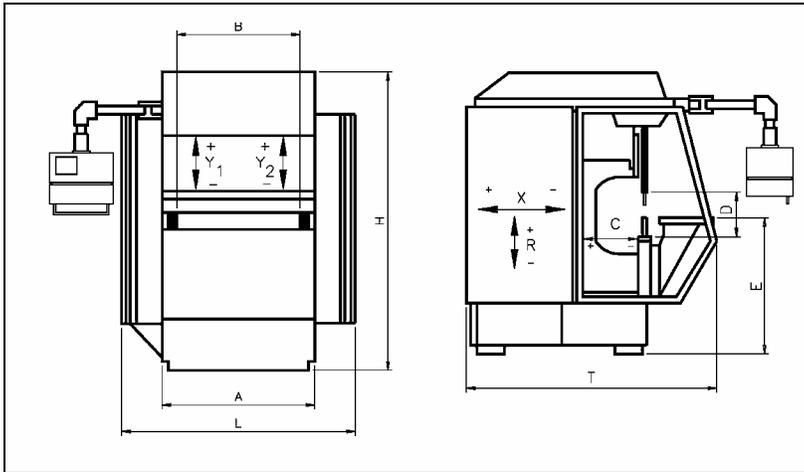


Um programa é composto por uma série de instruções formadas por códigos que o computador é capaz de entender e que são introduzidos em sua memória pelo teclado. Alguns computadores, ou comandos numéricos, para usar o termo mais conhecido na indústria, dispõem de maneiras mais simples para a elaboração de programas. Eles mostram, na tela, pequenos desenhos com os tipos de dobras que podem ser feitas. O programador só precisa, então, selecionar quais dobras são necessárias para a fabricação da peça e em que seqüência elas deverão ocorrer. Além disso, para alguns comandos numéricos, informa-se no programa o tipo de material a ser dobrado e a espessura da chapa. Com esses dados, o comando é capaz de selecionar a pressão adequada que o punção deverá exercer sobre a chapa de modo que se obtenha a dobra desejada.

Antes de executar o programa de dobramento da peça na própria máquina, o programador pode observar graficamente, na tela do computador, a seqüência de passos programados. Isto é chamado de simulação do programa. A simulação ajuda na correção de erros, reduzindo-se, assim, a obtenção de peças fora das características desejadas. Além disso, a simulação ajuda a prevenir acidentes durante a operação automática do equipamento.

De acordo com o programa, o comando numérico envia “ordens” aos atuadores da máquina. Estas ordens, na verdade, são sinais elétricos que fazem um motor girar de um certo ângulo ou um cilindro pneumático efetuar um determinado deslocamento.

Uma dobradeira comandada por computador apresenta, como já dissemos, vários atuadores. O movimento associado a um atuador é chamado de eixo e a ele atribui-se uma letra. Na figura a seguir, temos uma vista esquemática de uma prensa dobradeira mostrando seus vários eixos.



Temos, assim, a seguinte relação entre os nomes dos eixos e os respectivos movimentos:

⇒ I - Movimento horizontal da matriz.

⇒ Y1 e Y2 - Movimentos de compensação vertical do punção de modo que se produza dobras assimétricas ou corrija defeitos em dobras.

⇒ X - Movimento horizontal dos encostos ou posicionadores da chapa.

⇒ R - Movimento vertical dos encostos ou posicionadores da chapa.

Antes da produção de cada dobra, os componentes da máquina deverão assumir uma determinada posição. O operador, então, introduz a chapa a ser dobrada entre o punção e a matriz e pressiona um pedal que está ligado ao comando numérico. O passo correspondente do programa é executado, o punção desce e a dobra é feita. Após a retirada da chapa, os componentes da má-

quina assumem uma nova posição. O processo se repete para cada nova dobra até o final do programa. O operador pode acompanhar, através de um desenho mostrado na tela do comando numérico, qual a operação seguinte do programa.

Pare! Estude! Responda!

Exercício

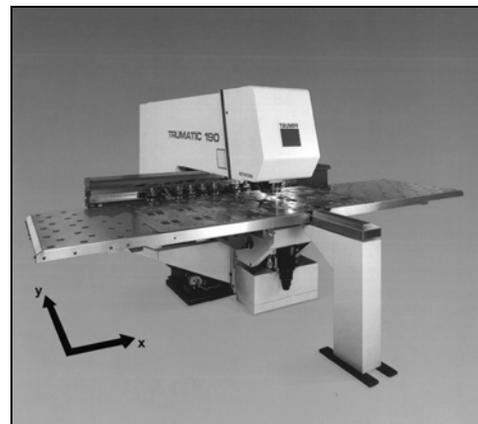
2. Responda às seguintes questões:

- a) Cite uma vantagem que as prensas dobradeiras controladas por computador apresentam em relação às prensas convencionais.
- b) No que consiste o programa de uma prensa dobradeira controlada por computador?
- c) Por que é importante simular o programa de dobramento antes de executá-lo na máquina?
- d) Explique, de forma resumida, como o programa de dobramento é executado na máquina.

Cortando automaticamente

Máquinas de comando numérico também podem executar operações de corte. Um tipo de puncionadeira comandada dessa forma pode ser visto na ilustração a seguir.

A mesa da máquina é fixa e sobre ela são encaixadas esferas chamadas de esferas transferidoras. A chapa a ser trabalhada é colocada sobre essas esferas, de forma que, quando for movimentada, o atrito seja pequeno. Junto à coluna da máquina existe o arrastador de chapa. O arrastador é um conjunto mecânico que prende uma das bordas da chapa por meio de garras e pode se movimentar segundo os eixos X e Y, mostrados na ilustração.

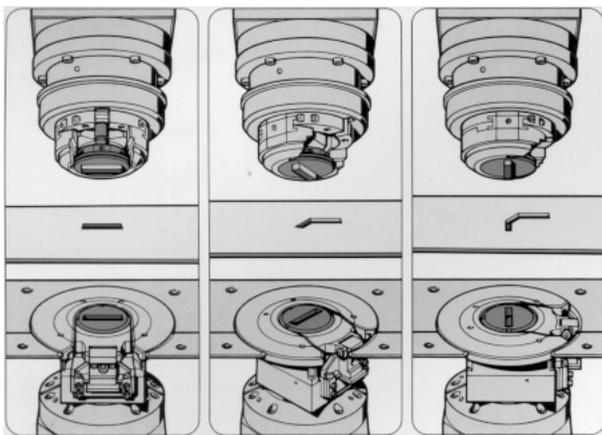


Estes movimentos, realizados por motores elétricos de acordo com o programa do comando numérico, fazem com que a chapa possa ser puxada ou empurrada sobre as esferas transferidoras ao longo de toda a mesa da máquina.

A uma certa distância da coluna da máquina e acima da mesa, existe o cabeçote, no qual está montado o pistão hidráulico. Na extremidade deste pistão hidráulico, será montado o punção da ferramenta. Na mesa, abaixo da chapa e na mesma posição do cabeçote, existe um alojamento onde será encaixada a matriz da ferramenta.

A puncionadeira pode trabalhar com várias ferramentas, cada uma das quais destinada a produzir na chapa uma determinada forma, cortando-a ou deformando-a. Um exemplo de ferramenta utilizada nas puncionadeiras pode ser visto na ilustração a seguir, que mostra três momentos do processo de corte da chapa realizado com a mesma ferramenta.

A ferramenta mostrada é especial pois pode girar de modo que execute cortes em ângulos diferentes. Além disso, necessita de uma máquina capaz de girá-la de acordo com o ângulo programado. Normalmente, no entanto, as ferramentas contêm punções e matrizes fixos. As ferramentas são presas ao porta-ferramentas que se encontra no arrastador de chapa. O conjunto de porta-ferramentas é denominado de magazine. Um magazine pode conter várias ferramentas.



Após uma determinada ferramenta efetuar sua operação, ela deve ser substituída pela ferramenta seguinte, de acordo com o programa executado pelo comando numérico.

Para realizar a troca de uma ferramenta por outra, o arrastador de chapa no qual está fixado o magazine de ferramentas desloca-se até o cabeçote da máquina. O porta-ferramentas vazio do magazine, correspondente à ferramenta que está presa no cabeçote, encaixa-se nela e, com o auxílio de dispositivos mecânicos, pneumáticos ou hidráulicos, dependendo do tipo de máquina, retira, ao mesmo tempo, o punção, do cabeçote e a matriz, da mesa. Em seguida, o magazine afasta-se ligeiramente do cabeçote e desloca-se de modo que posicione a ferramenta seguinte. Fixa-se, então, de modo semelhante, o punção no cabeçote e a matriz na mesa.

Agora, com a nova ferramenta já fixada, a chapa pode ser arrastada para as posições programadas e, por meio de movimentos sucessivos do pistão hidráulico, dar continuidade às operações de corte, dobra ou repuxo de acordo com as características da ferramenta utilizada.

Pare! Estude! Responda!

Exercício

3. Responda às seguintes perguntas.
 - a) Numa puncionadeira controlada por computador, como a chapa é movimentada ?
 - b) O que é o “magazine” de uma puncionadeira controlada por computador?
 - c) Qual a vantagem de uma ferramenta giratória, como a mostrada na última ilustração, em relação à uma ferramenta fixa?
 - d) Descreva, resumidamente, como é feita a troca de uma ferramenta por outra numa puncionadeira.

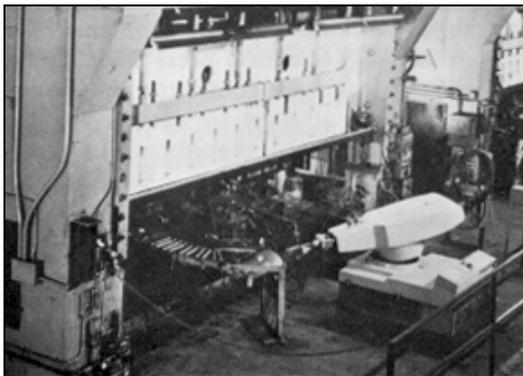
Forjando automaticamente

Além das prensas dobradeiras e puncionadeiras, as prensas mecânicas e hidráulicas destinadas à operações de conformação mecânica a frio e a quente também podem ser automatizadas. A complexidade dessa automação é bastante variável, dependendo da flexibilidade e do grau de independência em relação ao trabalho humano que se deseja para o processo.

As formas mais simples de automação de prensas contam unicamente com sistemas de alimentação da chapa que trabalham de maneira conjunta com a operação normal da máquina. Assim, entre um curso e outro do martelo da prensa, a chapa metálica é alimentada a partir de uma bobina e o retalho da chapa é recolhido em outra, numa operação seqüencial e repetitiva. Quando se trata de conformar peças a partir de chapas isoladas, pode-se utilizar manipuladores elétricos ou pneumáticos para carregar a máquina e, após a operação, retirar a peça acabada, depositando-a numa esteira transportadora, por exemplo.

A flexibilidade do processo aumenta quando se utiliza os chamados robôs industriais para carregar e descarregar a máquina. É o que vemos na ilustração a seguir.

Esses robôs, por intermédio de mudanças nos programas responsáveis pelos seus movimentos, são capazes de se adaptar a uma grande variedade de peças a serem manuseadas. Além disso, não estão sujeitos, como o homem, à fadiga e à maior probabilidade de ocorrência de acidentes de trabalho ocasionados por tarefas repetitivas.



Nas operações de deformação a quente, como no forjamento, por exemplo, os robôs mostram-se ainda mais úteis, pois substituem o homem em operações onde a exposição constante a altas temperaturas constituem um fator de risco à saúde humana.

Quanto à prensa em si, a utilização dos comandos numéricos permite a automação de vários dos movimentos e ajustes que nas máquinas convencionais são executados manualmente. Assim, pode-se automatizar, por exemplo, a regulagem de posicionamento das matrizes e punções, os cursos e a pressão dos martelos e os sistemas de lubrificação. Dessa forma, reduz-se o tempo gasto na preparação das máquinas e na correção das falhas do equipamento.

Pare! Estude! Responda!

Exercício

4. Responda às seguintes perguntas.
 - a) Cite duas características de uma prensa hidráulica que podem ser automatizadas.
 - b) Quais as vantagens de se utilizar robôs para carregar e descarregar prensas?

Gabarito

1.
 - a) Controlador lógico programável.
 - b) Aumentar a precisão das dimensões de chapas e placas metálicas...
 - c) Temperatura, força, velocidade.
 - d) É necessário a instalação de vários computadores com mesma função.

2.
 - a) Permitem a fabricação de peças geometricamente complicada em tempos reduzidos, fabricação completa de uma peça por vez, ajusta-se automaticamente para a operação seguinte.
 - b) Consiste de vários atuadores que programam os movimentos
I = Horizontal da matriz
Y1, Y2 = de compensação vertical
X = horizontal dos encostos
R = vertical dos encostos
 - c) Ajuda a prevenir na correção de erros e a prevenir acidentes durante a operação automática do equipamento.
 - d) - A chapa é introduzida entre o punção e a matriz.
- O pedal de comando é acionado.
- O punção faz a dobra e a chapa é retirada.
- O processo se repete para nova dobra.

3.
 - a) Por meio de esferas transferidoras.
 - b) É o porta-ferramentas.
 - c) Permite trabalhar com várias ferramentas destinada a produzir na chapa determinadas formas.
 - d) O arrastador desloca-se, o porta-ferramentas vazio encaixa-se na ferramenta e afasta-se e desloca-se de modo a posicionar a ferramenta seguinte.

4.
 - a) Executam operações de conformação mecânica a frio e a quente.
 - b) Não estão sujeitas à fadiga como o homem e possibilidade de acidentes provocados por tarefas repetitivas, possibilitando maior flexibilidade na adaptação à grande variedade de peças ao serem manuseadas.