

A fundição fica automática

Imagine que após tantas informações sobre o processo de fundição e confiante nos conhecimentos adquiridos, você tenha decidido abrir seu próprio negócio: uma empresa destinada a fundir peças pequenas de alumínio.

Placa na porta, telefone na lista, forno para a fusão do metal, cadinhos, enfim, os apetrechos básicos que toda empresa de fundição que se preze deve ter. Até um assistente, aquele seu cunhado que estava desempregado, você já arrumou.

No entanto, falta o mais importante: o cliente. Uma semana, duas semanas, nada. De visita mesmo só um fiscal que até elogiou suas instalações, mas infelizmente não precisava de nenhuma peça fundida. Após um mês, quando você já pensava em desistir, chega, enfim o tão esperado provável cliente. É um comprador de uma empresa de eletrodomésticos. Bate-papo, cafezinho, estudo do desenho da peça. Você já está quase se sentindo um grande empresário, quando o comprador proclama em tom de desafio: “Mas eu preciso de seiscentas peças...E prá daqui a trinta dias”.

Seu sorriso desaparece. O do seu cunhado também. Afinal tantas peças para entregar em tão pouco tempo é uma tarefa que parece impossível. Você queria serviço, mas assim já é demais. Você, no entanto, não quer rejeitar sua primeira oportunidade de trabalho. Ajeita-se na cadeira, cruza as mãos no peito, mira o teto, faz uma cara de desprezo e dispara: “Fácil!”. E seu cunhado quase morre engasgado num gole de café.

Seu problema agora é o de como produzir mais peças em menos tempo e, é claro, sem sacrificar a segurança na operação dos equipamentos e a qualidade do produto. Afinal, você não quer que este seja seu primeiro e último cliente.

Mas, não se desespere. Muitas e muitas empresas já tiveram ou vão ter que resolver este mesmo tipo de problema. Você não está sozinho. Este problema aparece quando se tem que passar de uma fase quase artesanal de produção, caracterizada por uma pequena quantidade de produtos feitos sob encomenda, para uma produção em escala industrial composta por grandes lotes. A solução chama-se automatização ou automação.

A máquina e o homem

A automação não é uma coisa nova. Máquinas e processos de fabricação automáticos existem há muito tempo. A própria linha de montagem, criada pela indústria automobilística para produzir uma grande quantidade de carros a baixo preço, é do começo deste século. Embora não contasse necessariamente com máquinas automáticas, a linha de montagem consistia na automação do processo de fabricação em si. Cada operário tinha uma função típica bem definida, capaz de ser executada de forma repetitiva durante toda a jornada de trabalho.

A partir da década de 50, a automação ganhou um importante aliado: o computador. As máquinas automáticas que passaram a utilizar o computador ganharam uma característica importante chamada flexibilidade, ou seja, a capacidade do processo de fabricação de se adaptar facilmente às mudanças do mercado consumidor.

Imagine, no seu caso que, alguns dias após ter aceito aquele pedido, o comprador da mesma empresa volte e lhe diga que os planos mudaram. A empresa fez uma pesquisa de mercado e decidiu lançar três modelos de produtos diferentes. Assim, em vez daquela única peça fundida agora serão três. E, em vez de seiscentas peças iguais, serão duzentas peças de cada tipo.

Perceba que, agora, seu problema mudou. Embora a quantidade total de peças a serem fabricadas não tenha mudado, sua diversidade aumentou.

As máquinas automáticas que utilizam computador destinam-se à solução deste tipo de problema. Nas máquinas simplesmente automáticas, a mudança de um produto para outro tem que ser feita trocando-se peças e efetuando regulagens demoradas. Nas máquinas computadorizadas, por outro lado, quando se deseja fabricar outro produto, basta definir uma nova seqüência de operações. E essa nova seqüência de operações, que pode ser comparada a uma receita de bolo, é chamada de programa.

Pare! Estude! Responda!

Exercício

1. Responda às seguintes perguntas.
 - a) Qual a melhor solução para uma empresa que deseja mudar sua linha de produção de quase artesanal para a produção de grandes lotes em escala industrial?
 - b) O que a linha de montagem de automóveis do começo do século tem em comum com a automação?
 - c) Qual foi o principal aliado que as máquinas automáticas ganharam a partir da década de 50?
 - d) Qual a característica fundamental adquirida pela máquina automática a partir da utilização do computador?
 - e) Em uma linha de produção, qual é a diferença entre as máquinas automáticas e máquinas computadorizadas?

Nosso amigo, o computador

Atualmente é quase impossível pensar em automação industrial sem se lembrar do nosso amigo computador. Ele está presente em praticamente todos os processos de fabricação. Na fundição não podia ser diferente. Sua utilização aqui começa já bem antes do vazamento do metal no molde.

No projeto de uma peça a ser fundida já se utiliza o computador para analisar a capacidade dessa peça de suportar esforços sem se deformar ou romper, de suportar as variações de temperatura, de permitir o fluxo adequado de líquidos e gases, enfim, de cumprir sua futura função com eficiência. E, veja bem, toda essa análise é feita sem ter que se construir uma peça real. A fabricação só será aprovada quando estas análises concluírem que a peça funcionará adequadamente.

Ainda na fase de projeto, outros aspectos, como por exemplo, a geometria da peça, são consideradas a fim de facilitar sua extração do molde. Outro ponto a ser analisado é a localização adequada dos canais de vazamento e distribuição do metal de modo que se propicie um enchimento correto do molde. As sobremedidas também são consideradas na fabricação do modelo, para que a peça, ao contrair durante o resfriamento, chegue ao seu tamanho correto. Todas essas tarefas são agilizadas com o auxílio do computador. Uma vez obtidos os desenhos finais da peça e do seu modelo de fundição, a fase seguinte é a de construção deste modelo.

Pare! Estude! Responda!

Exercício

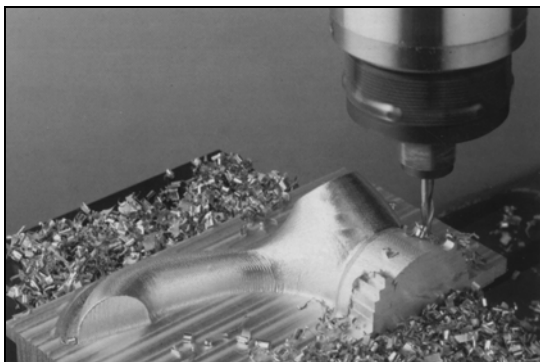
2. Escreva F para as afirmações erradas e V para as afirmações certas apresentadas a seguir. Depois, reescreva corretamente as afirmações que você considerou erradas.
 - a) () A automação industrial está intimamente ligada à utilização do computador.
 - b) () No processo de fundição, a utilização do computador começa bem depois do vazamento do metal no molde.
 - c) () O computador ajuda a analisar, no projeto, a capacidade da peça de suportar esforços sem se deformar ou romper.

- d) () Toda a análise feita pelo computador no projeto de uma peça a ser fundida, é realizada construindo-se uma peça real.
- e) () O computador analisa também a geometria da peça, a localização dos canais de vazamento e as sobre-medidas.

Construindo o modelo

No processo convencional de construção do modelo, sua precisão dimensional e acabamento da superfície dependem quase que exclusivamente da habilidade de um profissional chamado modelador de fundição. Eles são verdadeiros artistas que esculpem, normalmente em madeira, as formas por vezes complexas da futura peça fundida. Muitas vezes, devido à sua geometria complicada, tais modelos precisam ser confeccionados por meio da montagem ou colagem de várias peças. É um trabalho delicado e demorado.

Novamente a automação se faz presente para facilitar o trabalho. A partir do desenho do modelo realizado com o auxílio do computador, produz-se um programa, ou seja, uma seqüência de operações na forma de códigos. Este programa controla os movimentos da ferramenta de uma máquina operatriz computadorizada. A ferramenta, por sua vez, “esculpe” a geometria do modelo na madeira, metal, plástico, isopor ou outro material.



O ser humano só aparece novamente para dar o acabamento final da superfície do modelo, eliminando as marcas deixadas pela ferramenta. A habilidade, visão e tato humanos necessários

à realização desta tarefa ainda não conseguiram ser incorporados com sucesso em máquinas automáticas. Pronto e acabado o modelo, passa-se à construção do molde.

Pare! Estude! Responda!

Exercício

3. Complete as frases a seguir.

- a) No processo convencional de construção do modelo, a e a dependem quase que exclusivamente da habilidade do modelador de fundição.
- b) O programa para a construção do modelo é feito a partir do feito com auxílio do computador.
- c) Quando se usa o computador para construir um modelo, o modelador só está presente para dar o da superfície do modelo, eliminando as deixadas pela

A hora e a vez do molde

A fabricação automatizada de moldes utiliza-se de máquinas de moldagem.



Este tipo de máquina tem por objetivo aumentar a produção e a qualidade dos moldes e já existe há bastante tempo. No entanto, a operação das máquinas foi-se automatizando com o tempo, primeiramente com o auxílio de mecanismos, depois com o uso de componentes elétricos, principalmente os relês, e finalmente, utilizando-se de computadores. Ao homem restaram apenas as tarefas de supervisão e manutenção do equipamento, além da realização de uma ou outra tarefa operacional, como a colocação de grampos e parafusos para fechar o molde, cuja automação é inviável do ponto de vista técnico ou econômico.

Essas máquinas apresentam as seguintes funções:

- Receber as caixas dos moldes;
- Preencher caixas com areia de moldagem;
- Compactar a areia contra as paredes das caixas e contra o modelo;
- Posicionar os machos;
- Confeccionar os canais de vazamento;
- Fechar a caixa.

As mesmas técnicas utilizadas pelo homem na moldagem manual foram transferidas para essas máquinas. Assim, se o ser humano utiliza-se de vibradores manuais para facilitar a acomodação da areia na caixa do molde, a máquina também se utiliza da vibração com o mesmo propósito. Se o homem soca a areia utilizando ferramentas manuais, a máquina também o faz, porém agora com o uso de prensas pneumáticas ou hidráulicas.

Dessa forma, para cada etapa de seu trabalho manual, o homem encontrou um mecanismo, de complexidade maior ou menor, destinado a substituí-lo.

Em seguida, controlou esses vários mecanismos por meio de um computador que envia ordens para motores elétricos e pistões pneumáticos e fica sabendo o que se passa na máquina pelos componentes elétricos e eletrônicos: os sensores.

Assim, podemos pensar no computador como o cérebro da máquina, os motores e pistões como seus braços, os sensores como

seus olhos e ouvidos. E finalmente o programa, aquela seqüência de instruções semelhante a uma receita de bolo, lembra-se? Pois bem, o programa pode ser comparado, grosso modo, à inteligência da máquina.

Pare! Estude! Responda!

Exercícios

4. Assinale a alternativa correta:

- a) A máquina de moldagem tem por objetivo
 1. aumentar a produção e a qualidade dos moldes.
 2. melhorar a qualidade dos moldes.
 3. restringir a produção e limitar a manutenção.
 4. controlar a qualidade e limitar a produção dos moldes.

- b) Com a implantação da máquina de moldagem controlada por computador, a intervenção do homem no processo restringe-se a:
 1. montar e desmontar os moldes.
 2. desenhar o modelo.
 3. controlar os movimentos das ferramentas.
 4. uma ou outra tarefa operacional como a colocação de grampos e parafusos.

5. Organize seqüencialmente as funções da máquina de moldagem, numerando de 1 a 6 as frases abaixo.

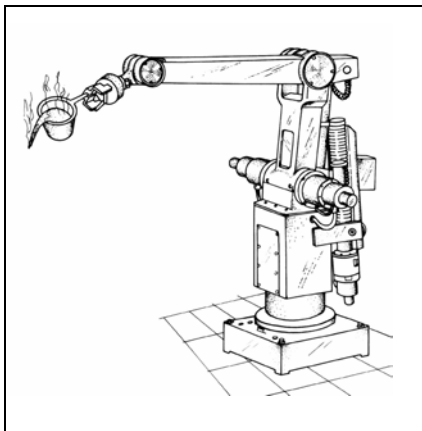
- a) posicionar os machos
- b) preencher caixas com areia de moldagem
- c) fechar a caixa
- d) confeccionar os canais de vazamento
- e) receber as caixas dos moldes
- f) compactar a areia contra as paredes das caixas e contra o modelo

O vazamento

Preparado o molde, este é levado por uma esteira transportadora à estação de vazamento. Esta estação é composta por cadinhos que são alimentados por metal líquido a partir de um forno de fusão.

Esta etapa do processo de fundição traz, em relação à automação, uma justificativa adicional àquelas já vistas: a segurança industrial. O calor existente neste setor faz com que o trabalho dos operadores seja bastante fatigante. Além disso, a repetição monótona da mesma operação e a presença de metais fundidos em elevadas temperaturas são convites aos acidentes de trabalho. Assim, as máquinas automáticas encontram aqui um campo de aplicação bastante promissor, tanto do ponto de vista econômico como de proteção à saúde do trabalhador.

Dentre essas máquinas automáticas merecem destaque os robôs industriais, máquinas computadorizadas que, em alguns modelos, assemelham-se à anatomia de um braço humano. Os robôs podem realizar uma grande diversidade de tarefas, dentre elas o vazamento de metal líquido nos moldes.



Finalmente, após o tempo de resfriamento, os moldes são abertos e as peças retiradas. Nesta etapa, a automação completa é difícil, principalmente se as peças são muito grandes ou se o número de tipos diferentes de peças é elevado. O objetivo básico desta etapa é separar as caixas, as peças fundidas e as areias do molde e dos machos.

As caixas dos moldes retornarão à primeira fase do processo. Os canais de vazamento e distribuição deverão ser retirados das peças fundidas. Se as peças forem pequenas, esta etapa pode contar com a utilização de operações de tamboreamento. O processo que normalmente não é automático, consiste na colocação das peças a serem rebarbadas dentro de um recipiente rotativo: o tambor. Quando este tambor gira, as peças em seu interior chocam-se contra suas paredes e umas contra as outras. As rebarbas então, são retiradas pelo impacto e pelo atrito resultantes.



Sem os canais, a peça ainda pode apresentar rebarbas que prejudicam seu funcionamento e causam má impressão visual. Nesta fase, a utilização de robôs industriais tem-se mostrado bastante adequada. Com a utilização de ferramentas abrasivas rotativas, estas máquinas, obedecendo à seqüência de instruções – os programas – podem se adaptar à uma grande variedade de geometrias de peças e rebarbar seus contornos com precisão e rapidez.

Pare! Estude! Responda!

Exercício

6. Responda às seguintes perguntas.
 - a) Cite algumas vantagens da automação da etapa de vazamento.
 - b) Qual a operação na etapa de vazamento em que a automação completa é difícil?

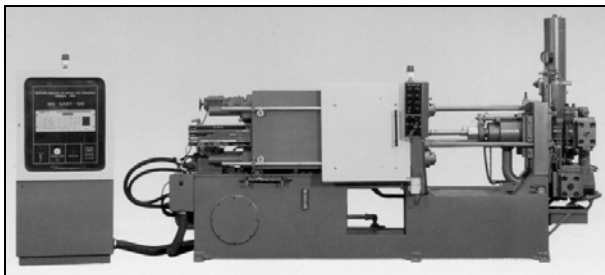
Automação da fundição sob pressão

O processo de fundição sob pressão apresenta, como você já viu em aulas anteriores, uma característica importante: utiliza uma máquina específica – a injetora – capaz de transformar diretamente a matéria-prima (metal líquido) em produto acabado.

A automatização dessas injetoras pode ser feita sem o auxílio do computador, utilizando-se apenas componentes elétricos ou eletrônicos para controlar seus movimentos. Mas, as injetoras modernas não dispensam o computador. Esse computador recebe um nome diferente: CLP, abreviação de Controlador Lógico Programável. Nome bonito, hein?! Mas não se assuste. Ele não passa de um computador com uma tarefa bem definida: controlar máquinas.

A partir de um programa, ou seja, aquela seqüência de ações que é colocada em sua memória, o CLP deve mandar “ordens” (sinais elétricos) para os motores elétricos e válvulas hidráulicas e pneumáticas da máquina. Estas válvulas acionam os pistões que posicionam o bico do injetor no ponto desejado, fecham e abrem o molde e realizam, juntamente com os motores, os demais movimentos da máquina.

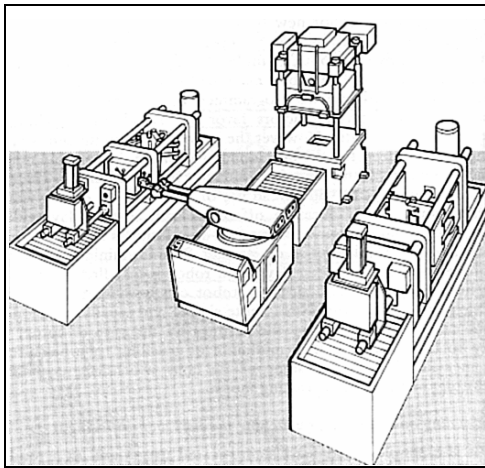
Para completar a brincadeira, existem os sensores. Os sensores são dispositivos elétricos ou eletrônicos que informam ao CLP se a ordem enviada por ele foi cumprida adequadamente ou não. Caso seja necessário, o CLP toma providências para corrigir o desvio entre o que foi programado e o que realmente ocorreu. Além dos movimentos, o CLP também controla a pressão de injeção do metal, a força de fechamento do molde, a pressão e a vazão do óleo lubrificante, garantindo, assim, uma grande independência da operação da máquina em relação ao homem.



Nas injetoras de câmara quente automáticas, o operador deve, periodicamente, abastecer o cadinho da máquina com lingotes de metal. Em muitos casos, mesmo esta tarefa é realizada automaticamente por meio de sistemas de alimentação que detectam o nível de metal no cadinho e o abastecem, caso seja necessário, com lingotes transportados a partir de um local de armazenamento.

Nas injetoras de câmara fria, o metal líquido é abastecido em quantidade suficiente para produzir as peças de um único ciclo de injeção, ou seja, entre um fechamento e outro do molde. Esta tarefa pode ser realizada pelo próprio operador ou ser deixada a cargo de um robô.

O robô enche, com metal líquido, um pequeno cadinho preso em sua garra e o derrama dentro do injetor da máquina. Em seguida, os passos da seqüência de injeção serão executados por meio do CLP.



Após o término do ciclo de injeção, o mesmo robô, utilizando-se de outro tipo de ferramenta, pode retirar a peça injetada e depositá-la numa esteira, por exemplo. O descarregamento de peças fundidas sob pressão foi, inclusive, uma das primeiras tarefas dos robôs quando começaram a ser utilizados na indústria no início da década de 60.

Pare! Estude! Responda!

Exercício

7. Responda às seguintes perguntas.

- a) Cite 3 funções das injetoras que podem ser automatizadas.
- b) Quando trabalha com injetoras, que atividades um robô industrial pode realizar?

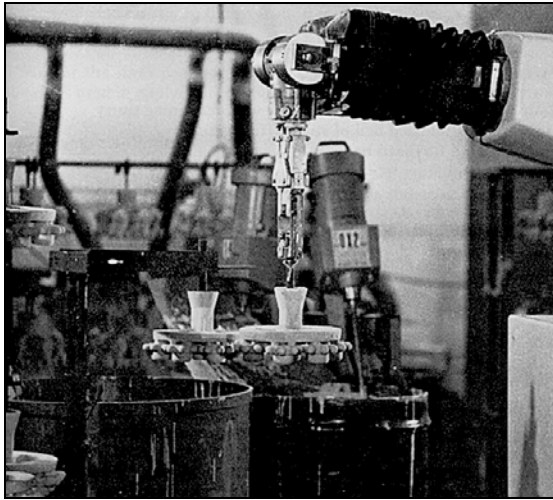
Mais robôs

O processo de fundição denominado “Shell Molding”, ou moldagem em casca, adapta-se muito bem à automação. Isto porque, partindo de um único modelo metálico, devemos fabricar tantos moldes (cascas) quantas forem as peças a serem produzidas. E quando se fala em trabalho repetitivo, é impossível deixar de pensar em automação. Dessa maneira, foram desenvolvidas máquinas que podem realizar automaticamente parte das operações necessárias à fabricação dos moldes. Dependendo da complexidade da máquina, pode-se ter desde um simples controle automático da temperatura do modelo metálico, até a sua cobertura com areia e a posterior desmoldagem da casca feitas sem o auxílio do homem.

O processo de fundição de precisão, também chamado de fundição por moldagem em cera perdida, beneficia-se, em parte, da mesma forma de automação utilizada no processo de fundição sob pressão. É que, como você já viu em aulas anteriores, na fundição de precisão é necessário produzir um modelo para cada peça. Como o modelo é feito de plástico ou cera, e em grande quantidade, nada melhor do que utilizar uma injetora de plásticos.

De posse dos modelos, a fabricação dos moldes, no processo de fundição sob pressão, também pode contar com o auxílio

dos robôs, para auxiliar na cobertura dos modelos de cera ou plástico com a mistura de areia utilizada no processo.



Bem, voltando ao início da aula onde começamos todo esse papo sobre automação, vejamos como você poderia resolver o seu problema.

Felizmente, nesse caso, você não terá que se preocupar com todas as fases que descrevemos aqui. Seu cliente já havia projetado a peça fundida e, mais que isso, trouxe até o modelo pronto. Além disso, ele também disse que cuidaria das fases de tamboreamento e rebarbação.

Mas também não fique tão aliviado assim. Você tem ainda muito trabalho pela frente. Como não há tempo para comprar novas máquinas, você terá que adaptar as que já tem. Peça a ajuda daqueles seus antigos colegas, mecânicos e eletricitas, do tempo de fábrica. Aquela sua velha máquina de moldar pode ser parcialmente automatizada com a ajuda de componentes hidráulicos, pneumáticos e elétricos.

Na falta de um robô e com um pouco de imaginação, você pode construir um dispositivo pneumático para auxiliar no vazamento de metal no molde. Você ainda não terá um processo tão flexível como gostaria. Será uma automação conhecida como automação rígida, adequada a uma pequena diversidade de produtos. No

entanto, poderá ajudá-lo a atender seu cliente de forma satisfatória.

Para os próximos pedidos, no entanto, seria bom você já ir pensando na utilização de máquinas computadorizadas. Elas trarão mais flexibilidade ao seu processo de fabricação, permitindo que você se adapte mais rapidamente às mudanças nas necessidades do mercado consumidor. E aí, então, quem terá que se modernizar será seu concorrente.

Pare! Estude! Responda!

Exercícios

8. Responda às seguintes perguntas.

- a) Por que se diz que o processo de “Shell Molding” adapta-se bem à automação?
- b) Qual a importância das injetoras de plástico no processo de fundição de precisão?

9. Escreva **V** ou **F** conforme sejam verdadeiras ou falsas as alternativas que completam a seguinte afirmação: “A utilização do computador permitiu que as máquinas automáticas...”

- a) () Ganhassem flexibilidade.
- b) () Fossem capazes de produzir uma grande quantidade de um mesmo produto.
- c) () Fossem capazes de alterar rapidamente o tipo de produto fabricado.
- d) () Gastassem menos energia elétrica.

10. Faça corresponder as tarefas da coluna A com o tipo de recurso utilizado em sua realização e indicado na coluna B.

Coluna A

- a) Retirada de canais
- b) Fabricação do modelo
- c) Projeto da peça fundida
- d) Vazamento do metal
- e) Fabricação do molde

Coluna B

- 1. () Computador para analisar esforço
- 2. () Robô industrial
- 3. () Máquina de moldagem automática
- 4. () Máquina operatriz computadorizada
- 5. () Tamboreamento

Gabarito

1. **a)** Automatização ou automação.
b) Função executada sob forma repetitiva.
c) Computador.
d) Flexibilidade.
e) Programa.

2. **a)** (V) **b)** (F) **c)** (V) **d)** (F) **e)** (V)

3. **a)** Precisão dimensional, acabamento da superfície.
b) Desenho.
c) Acabamento, marcas, ferramenta.

4. **a)** 1 **b)** 4

5. **a)** (4) **b)** (2) **c)** (6) **d)** (5) **e)** (1) **f)** (3)

6. **a)** Segurança industrial, fator econômico.
b) Abertura dos moldes e retirada das peças.

7. **a)** Controla: pressão de injeção do metal, força do fechamento do molde, pressão e a vazão do óleo.
b) Abastecer o metal líquido; retirar a peça injetada.

8. **a)** Por ser um processo repetitivo e, por isso, se adapta muito bem à automação.
b) Permite produzir um modelo de plástico ou cera em grande quantidade.

9. **a)** (V) **b)** (F) **c)** (V) **d)** (V)

10. **a)** (5) **b)** (4) **c)** (1) **d)** (2) **e)** (3)