

## **Robôs na soldagem**

---

Atualmente, acredita-se que, de cada dez robôs trabalhando nas indústrias, seis estão envolvidos em operações de soldagem, principalmente nos processos por resistência elétrica, mais conhecido como “soldagem a ponto”, e na soldagem ao arco elétrico, principalmente o processo MIG, que você já estudou em aulas anteriores.

Mas, que máquinas são essas e por que será que o robô se adaptou tão bem aos processos de soldagem, a ponto de se tornar o principal campo de aplicação dessas máquinas maravilhosas? Essas são perguntas interessantes que, com certeza, você gostaria de ver respondidas.

Nesta aula, vamos satisfazer sua curiosidade. Aqui você vai saber não só os “porquês”, mas também os “comos” da soldagem feita com auxílio de robôs. Prepare-se.

### **O robô industrial**

É impossível falar em automação do processo de soldagem sem se referir a um tipo muito especial de máquina: o robô industrial. Mas o que é um robô industrial, afinal de contas?

Os livros e filmes de ficção científica transformaram os robôs em seres criados à imagem e semelhança do homem, normalmente por um cientista louco e que, quase sempre, revoltavam-se contra seu criador, acabando por destruí-lo. Uma idéia bastante aterrorizante. Outras vezes, eram máquinas inteligentes e engraçadi-

nhas, que andavam com pernas ou esteiras, apitando e piscando luzinhas coloridas.

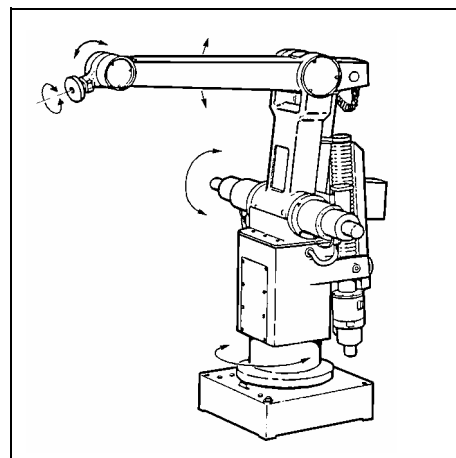
Talvez isso o decepcione um pouco: nenhuma das idéias transmitidas pelos escritores de ficção científica ou pelos diretores dos filmes futuristas que você já viu, corresponde ao que é, na realidade, um robô. Pelo menos ao robô encontrado nas indústrias, limitado em sua inteligência e desempenho pela tecnologia atual, ainda distante da imaginação dos roteiristas dos filmes da série **Guerra nas Estrelas**.

Robôs industriais são máquinas controladas por computador e destinadas a realizar uma grande variedade de tarefas. Ou seja, são máquinas flexíveis, adaptáveis a serviços diferentes, bastando que para isso mudemos a ferramenta com que ela trabalha e seu programa (um tipo de “receita de bolo” que diz ao robô, passo a passo como a tarefa deve ser feita, numa linguagem que ele seja capaz de entender).

Assim, um mesmo robô pode ser capaz de pintar gabinetes de máquinas de lavar roupa com uma pistola de pintura a ar comprimido, rebarbar peças numa fundição ou soldar estruturas de automóveis numa linha de montagem. Basta que mudemos seu programa de operação e a ferramenta que ele deve segurar.

Por exemplo: um tipo de robô industrial, conhecido como robô articulado ou angular pode ser visto na figura a seguir.

Ele é composto por uma série de peças (corpo, braço, antebraço etc.) articuladas e acionadas por motores elétricos. O conjunto de posições de cada peça num certo momento determina a posição da extremidade (ou punho) do robô onde é fixada a ferramenta com a qual ele irá trabalhar. Para cada motor elétrico que aciona cada parte do robô, existe pelo menos um sensor de posição que detecta a localização de cada uma daquelas peças.



Os motores e os sensores estão ligados ao computador que controla o robô. Por meio do programa, o computador compara as ordens que você deu ao robô com a sua posição atual, conhecida por intermédio dos sensores. Se a posição em que o robô se encontra é diferente daquela que você desejava, o computador se encarrega de realizar as correções necessárias.

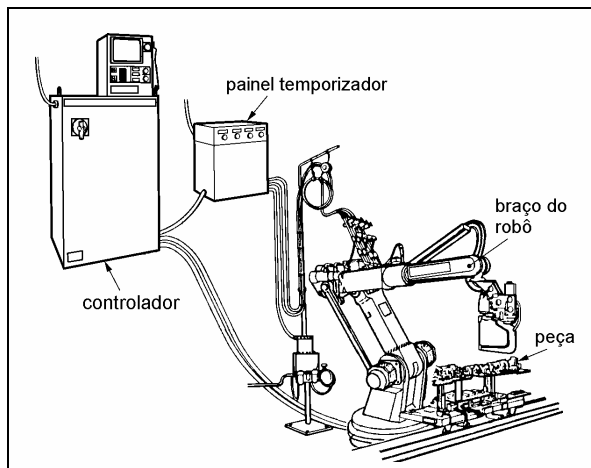
### **Os robôs soldadores**

O primeiro robô industrial apareceu por volta de 1960. Suas primeiras tarefas foram as de carregar e descarregar peças em máquinas. Entretanto, o tempo mostrou que esta não seria a ocupação mais importante dessas máquinas, e a soldagem se tornou seu principal campo de aplicação. Vários fatores contribuíram para que isso acontecesse:

- Os postos de soldagem apresentam um ambiente inseguro e pouco confortável ao trabalho humano, pois nele estão presentes as radiações térmica e luminosa, os gases e as fagulhas metálicas.
- Em muitas operações de soldagem, o soldador é obrigado a manejar equipamentos e colocar-se em posições desconfortáveis para que possa efetuar a tarefa num ponto específico da peça.
- A repetição constante de um mesmo tipo de tarefa leva o soldador à fadiga física e compromete a qualidade do serviço. Num robô, ao contrário, a repetibilidade e precisão dos movimentos é constante durante toda sua vida útil.

A figura a seguir mostra um robô equipado com uma pistola de soldagem MIG. Observe que ele está cercado por uma série de equipamentos necessários à realização de seu trabalho. Chamamos o conjunto formado por todos esses equipamentos de célula de produção.

Nesta figura, podemos ver o equipamento de solda MIG com o alimentador automático de arame de solda, o dispositivo de fixação da peça a ser soldada – cujos movimentos também são, geralmente, controlados por computador – , e o computador que controla o robô. Além disso, temos uma cerca de proteção que isola a área de trabalho, protegendo o pessoal de operação e manutenção que, acidentalmente, poderia entrar na área de alcance da máquina durante sua operação automática.



**Pare! Estude! Responda!**

### Exercícios

1. Assinale com um **X** a alternativa correta abaixo:

a) Os robôs industriais são:

1. ( ) máquinas inteligentes criadas à semelhança do homem.
2. ( ) máquinas controladas por computador, flexíveis, adaptadas para realizar uma grande variedade de tarefas.
3. ( ) máquinas para verificação e medição automática em linhas de soldagem.
4. ( ) equipamentos programados para facilitar o movimento de peças nas linhas de montagem.
5. ( ) dispositivos criados para realizar trocas de ferramentas e instrumentos por intermédio do comando de computador.

2. Escreva (F) ou (V) conforme sejam falsas ou verdadeiras as alternativas abaixo:
- a) Vários fatores contribuíram para que os robôs substituíssem o homem nas operações de soldagem. Entre eles destacamos:
1. ( ) O fato dos postos de soldagem apresentarem um ambiente insalubre, pois além das radiações térmicas e luminosas são pouco confortáveis para o trabalho.
  2. ( ) Às vezes o soldador é obrigado a manejar equipamentos pesados e colocar-se em posições desconfortáveis para que possa efetuar trabalhos específicos em determinados pontos da peça.
  3. ( ) Em certas circunstâncias, a operação de soldagem limita-se a pequenas correções em componentes e máquinas operatrizes.
  4. ( ) A fadiga física que compromete a qualidade do serviço em razão da repetição constante de um mesmo tipo de tarefa.
  5. ( ) As várias posições em que se vê obrigado a ficar, leva o operador a substituir seus componentes de trabalho alterando sua rotina.

### **Afinal, prá que computador?**

Nos primeiros robôs industriais desenvolvidos na década de 60, a seqüência de movimentos era controlada por meio de relês e chaves fim-de-curso. Esses recursos da eletricidade e da eletrônica limitavam tanto a velocidade quanto a quantidade e precisão de operações e movimentos que o robô podia fazer.

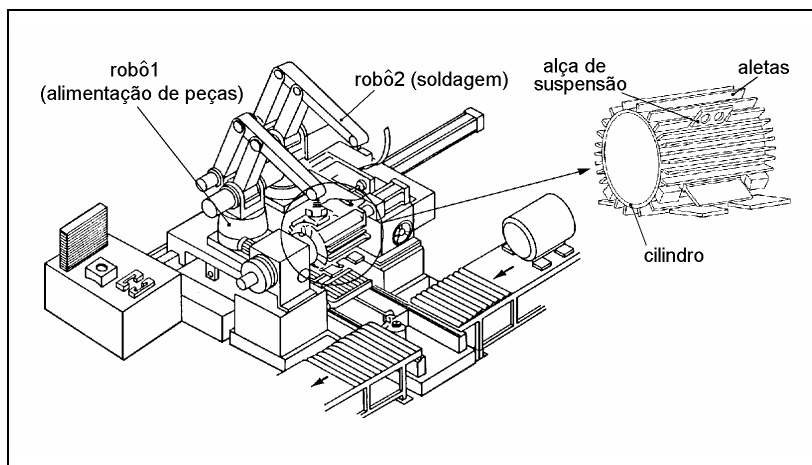
Atualmente, utilizam-se computadores com grande capacidade de armazenamento de dados e elevada velocidade de realização de cálculos matemáticos. Esses computadores permitem que os robôs tenham mais movimentos e possam executá-los com um grau de precisão da ordem de  $\pm 0,05$  mm. Ainda é uma precisão pobre quando a comparamos com as necessárias em operações de

usinagem, porém é considerada satisfatória nas operações típicas de robôs como soldagem e pintura.

Na soldagem ao arco elétrico, por exemplo, esses computadores controlam os movimentos do robô, de modo que este mantenha uma distância constante entre o eletrodo e a peça, assegurando a formação de um arco voltaico satisfatório. Além disso, controlam as velocidades do braço do robô e de alimentação do arame do eletrodo, de modo que garanta um cordão de solda de boa qualidade.

Se não bastasse tudo isso, o computador ainda “toma conta” dos outros equipamentos que fazem parte da célula de produção e, muitas vezes, se comunica com os computadores que controlam outros robôs de modo que todos eles possam trabalhar em harmonia, sem riscos de colisões e com o máximo aproveitamento de sua capacidade produtiva.

Vejamos um exemplo: a figura a seguir mostra esquematicamente os componentes de uma carcaça de motor elétrico e uma célula de produção para a soldagem desses componentes.



Para soldar os componentes (aletas, alças de suspensão, caixa de ligação etc.) no cilindro da carcaça, essa célula trabalha com dois robôs. O robô da esquerda (robô 1) tem a função de pegar o componente a ser soldado que se encontra sobre uma bancada, posicioná-lo sobre o cilindro da carcaça do motor e segurá-lo enquanto o robô da direita (robô 2) solda o componente.

O cilindro da carcaça chega à célula por uma esteira transportadora e é preso pelas extremidades num dispositivo de fixação giratório. Após a soldagem de todos os componentes, a carcaça é retirada da célula também por meio de uma esteira transportadora.

Nesse caso, além dos movimentos do robô, o computador deve controlar as tarefas de:

- alimentar o cilindro por meio da esteira;
- fixar o cilindro no dispositivo;
- girar o dispositivo de fixação;
- chamar o robô de posicionamento ou o de soldagem;
- retirar a carcaça pronta da célula.

Como você percebeu, para realizar todas essas tarefas com precisão e segurança, são necessários computadores poderosos.

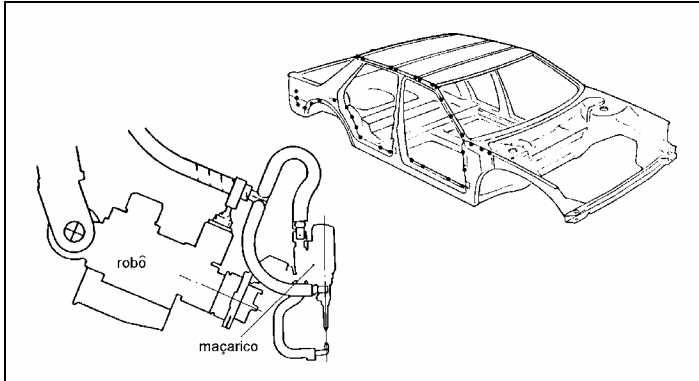
### **Ensinando o robô**

Como já dissemos, os robôs industriais necessitam de um programa para que possam realizar sua tarefa. Esse programa pode ser escrito numa linguagem própria, capaz de ser entendida pelos robôs, e em seguida ser introduzido na memória do computador que vai controlar seus movimentos.

No entanto, em vez de descrever esse programa, adotou-se um método que se tornou bastante popular na indústria: a programação conhecida como “Teaching” ou “Ensino”.

Quando estamos ensinando uma criança a escrever, costumamos pegá-la pela mão e fazê-la descrever com um lápis o contorno de uma determinada letra. Fazemos isso várias vezes, para tentar acostamá-la com os movimentos para que possa, em seguida, realizá-los sozinha. Para programar robôs pelo método “Teaching”, fazemos uma coisa bastante parecida.

Suponhamos que desejamos fazer com que o dispositivo de solda a ponto mostrada a seguir, montado na extremidade de um robô, execute os pontos de solda na estrutura do automóvel.



Com o auxílio de um painel de controle, chamado de “Teaching Box” ou “Caixa de Ensino”, movimentamos manualmente o robô, fazendo com que o dispositivo de soldagem passe por todos os pontos desejados, um de cada vez. A cada ponto, pelo painel de controle, fazemos com que o computador de controle do robô memorize sua posição.

Após completar essa fase de ensinamento, o robô estará então preparado para executar, desta vez sozinho e automaticamente, toda a tarefa.

Como você pode ver, o robô foi mesmo uma mão na roda para as tarefas repetitivas e perigosas da soldagem. Além disso, ele veio atender às necessidades de produtividade e de regularidade nos resultados da soldagem, imprescindíveis para a manutenção de níveis de qualidade que tornem uma indústria competitiva em um mundo de economia globalizada desse fim de século XX.

E você, caro telealuno, que está terminando este primeiro livro do Módulo de Processos de Fabricação, agora sabe um pouquinho mais sobre Fundição, Processos de Conformação Mecânica e sobre Soldagem. Isso, com certeza, vai prepará-lo melhor para ser um verdadeiro profissional do século XXI. Por isso, livro na mão e... muito estudo!



**Pare! Estude! Responda!**

**Exercícios**

3. Complete as frases com a alternativa correta nas questões abaixo.

- a) A precisão de  $\pm 0,1$  mm é considerada ..... nas operações típicas de ..... e pintura executada por robôs.
1. ( ) insatisfatória, usinagem
  2. ( ) satisfatória, soldagem
  3. ( ) aceitável, montagem

- b) Os computadores ..... os movimentos do robô de modo que a distância entre o eletrodo e a peça sejam ..... na soldagem a arco elétrico.
1. ( ) variam, alternados
  2. ( ) controlam, constantes
  3. ( ) garantem, alternados

- c) Para trabalhar com segurança e harmonia com o máximo aproveitamento, os ..... de uma ..... de produção são controladas pelo .....
1. ( ) equipamento, célula, homem
  2. ( ) robôs, célula, computador
  3. ( ) operadores, linha, robô

4. Responda às seguintes perguntas:

- a) Em uma célula de produção para a soldagem, quais são as tarefas do computador?
- b) Qual o método de programação do computador que comanda o robô de soldagem e que substitui os métodos de programação tradicionais?
- c) Como funciona esse método?

**Gabarito**

1. a) (2)

2. a) 1) (V)    2) (V)    3) (F)  
      4) (V)    5) (V)

3. a) (2)        b) (2)        c) (2)

4. a) Elas são: alimentar o cilindro por intermédio da esteira; fixar o cilindro no dispositivo; girar o dispositivo de fixação; chamar o robô de posicionamento ou o de soldagem; retirar a carcaça pronta da célula.

b) “Teaching” ou Ensino.

c) Funciona pelo sistema de memorização, por meio de movimento manual, fazendo com que o dispositivo de soldagem passe por todos os pontos desejados, após o que o robô estará preparado para executar automaticamente a tarefa.