

Corte com laser

Até bem pouco tempo atrás, quando se ouvia a expressão “raio **laser**” (lê-se lêiser), as imagens que vinham à nossa cabeça estavam associadas aos filmes de ficção científica: criaturas de outros planetas usando armas poderosas, que emitiam raios mortais, dispostas a tudo para conquistar a Terra.

Mais recentemente, entretanto, algumas aplicações na área médica e odontológica contribuíram para popularizar a palavra “laser”. O velho e irritante motorzinho do dentista já pode ser encontrado em sua versão laser. O bisturi perdeu a lâmina e virou laser. Já se usa o laser para destruir acúmulos de gordura no interior de veias e artérias... Enfim, essa tecnologia pulou das telas dos cinemas para dentro da nossa vida. Deixou de ser uma arma de morte para se tornar, nas mãos de hábeis cirurgiões, um instrumento de vida.

Mas você já deve estar se perguntando o que tudo isso tem a ver com processos de fabricação.

Tem muito a ver. Na indústria, essa tecnologia é usada na soldagem, no tratamento térmico e no **corte de metais**.

Essa última aplicação é a que vai nos interessar nesta aula. Você vai ficar sabendo como o laser é utilizado para cortar diversos tipos de aço, alumínio e suas ligas e outros materiais metálicos e não-metálicos.

E, para que você não confunda laser com lazer, vamos começar explicando o que é o laser, afinal.

Laser é luz

O nome Laser é uma sigla formada pelas letras iniciais das palavras ***Light amplification by stimulated emission of radiation***, que em português quer dizer: amplificação da luz por emissão estimulada da radiação.

O uso do laser pode ser entendido mais facilmente se você imaginar o que acontece quando focalizamos raios de sol através de uma lente, para produzir uma fonte concentrada de energia, na forma de calor, sobre uma folha de papel.

Nossa aula



Excitação:
processo em que se
transfere energia
para um sistema.

Veículo ativo:
material utilizado
para converter
energia elétrica em
energia de
radiação.

Embora desse método resultem apenas uns poucos buracos queimados no papel, ele nos mostra que a luz é realmente uma fonte de energia com potencial e condições de ser processada e explorada do ponto de vista industrial.

Laser é um sistema que produz um feixe de luz concentrado, obtido por **excitação** dos elétrons de determinados átomos, utilizando um **veículo ativo** que pode ser um sólido (o rubi) ou um líquido (o dióxido de carbono sob pressão). Este feixe de luz produz intensa energia na forma de calor.

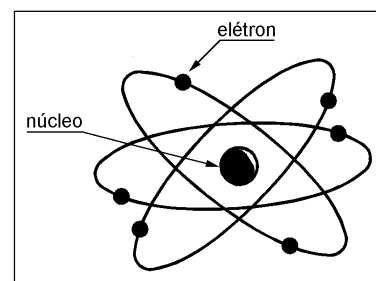
A incidência de um feixe de laser sobre um ponto da peça é capaz de fundir e vaporizar até o material em volta desse ponto. Desse modo, é possível furar e cortar praticamente qualquer material, independentemente de sua resistência mecânica.

Atualmente, o tipo mais comum de laser usado na indústria utiliza o dióxido de carbono (CO_2) como veículo ativo. Outros gases, como o nitrogênio (N_2) e o hélio (H), são misturados ao dióxido de carbono para aumentar a potência do laser.

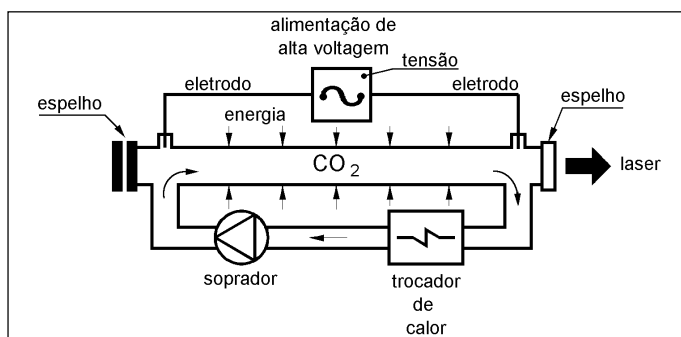
O grande inconveniente do laser é que se trata de um processo térmico e, portanto, afeta a estrutura do material na região de corte.

Como é gerado o laser

Os elétrons dos átomos de carbono e oxigênio, que compõem o CO_2 , ocupam determinadas posições dentro da estrutura do átomo. Essas posições são chamadas de níveis energéticos. Esses níveis energéticos podem ser entendidos como regiões ao redor do núcleo dos átomos.



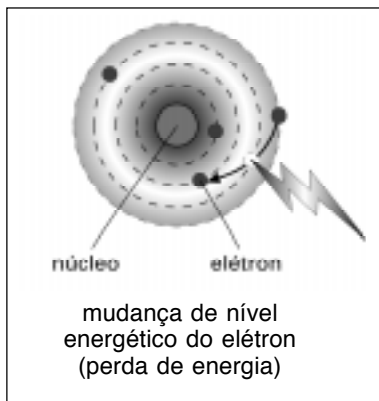
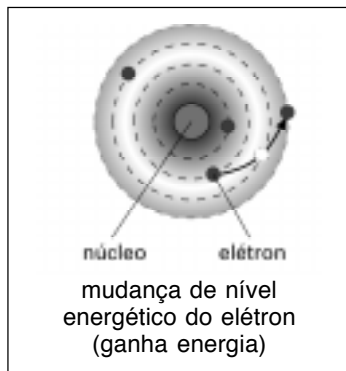
Um dispositivo chamado soprador faz circular CO_2 dentro de uma câmara, como mostra a figura.



Essa câmara tem dois eletrodos ligados a uma fonte de alta-tensão. Esses eletrodos criam um campo elétrico que aumenta a energia do gás dentro da câmara.

Em razão desse acréscimo de energia, os elétrons dos átomos que formam o CO_2 se excitam e mudam de nível orbital, passando a girar em níveis mais externos.

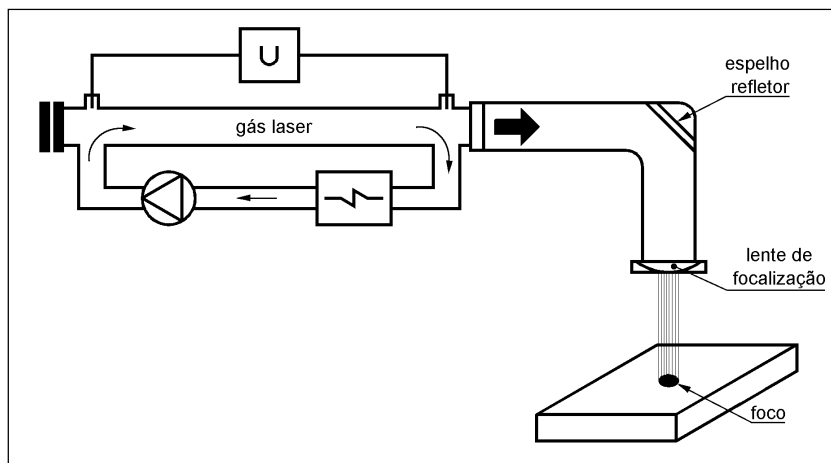
Após algum tempo, os elétrons voltam ao seu nível energético original. Nessa volta, eles têm de eliminar a energia extra adquirida.



Existem duas maneiras de se perder energia: por colisão e por emissão espontânea. No primeiro caso, quando o elétron se choca com outro, sua energia é consumida.

Na emissão espontânea, ocorre uma liberação de energia na forma de luz. Esta luz emitida estimula a emissão contínua, de modo que a luz seja amplificada.

Essa luz é guiada e novamente amplificada por meio de espelhos, até que, no cabeçote da máquina, é concentrada, através de lentes, num único ponto: **o foco**. O direcionamento permite a concentração de energia em um ponto inferior a 0,25 mm de diâmetro.



O sistema de corte a laser combina o calor do raio focado com a mistura de gases (dióxido de carbono, nitrogênio e hélio) para produzir uma potência que chega a cerca de 3.000 watts por centímetro quadrado, capaz de vaporizar a maioria dos metais. O hélio auxilia ainda na dissipação do calor gerado pelo campo elétrico.

Equipamento de corte a laser: o futuro que já é presente

Os sistemas de corte a laser não podem ser operados manualmente, pois o processo envolve alta concentração de energia, uma vez que o feixe deve ser muito concentrado e o corte ocorre a velocidades muito altas.

O equipamento mais comum consiste em mesas móveis, com capacidade de movimentação segundo os eixos **x**, **y** e **z**. Os eixos **x** e **y** determinam as coordenadas de corte, enquanto o eixo **z** serve para corrigir a altura do ponto focal em relação à superfície da peça, pois, durante o corte, esta distância é afetada por deformações provocadas na chapa, pelo calor decorrente do próprio processo.

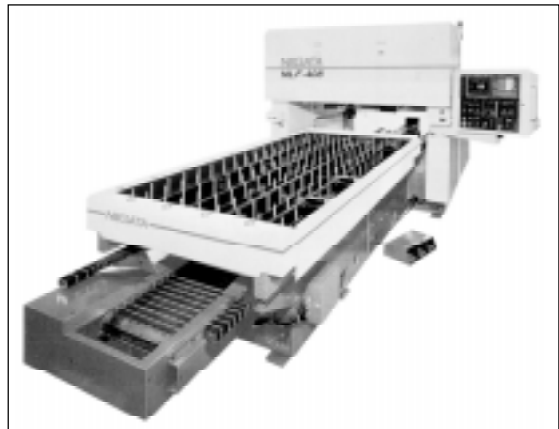


As coordenadas de deslocamento geralmente são comandadas por um sistema CAD (**C**omputer **A**ided **D**esign ou, em português, projeto assistido por computador), acoplado à mesa de corte.

Nas máquinas de corte a laser, como a que é mostrada a seguir, o material a ser cortado normalmente encontra-se em forma de chapas, embora existam máquinas que se destinem ao corte de tubos.

Observe que a chapa é colocada sobre uma espécie de “cama de pregos”, apoiando-se em vários pontos.

Sobre ela, o cabeçote laser movimenta-se em duas direções: longitudinal e transversal. Esses movimentos são transmitidos por motores elétricos, controlados por computador.



Pelo cabeçote laser flui um gás, chamado **gás de assistência**, que tem por função, entre outras, remover o material fundido e óxidos da região de corte. O gás normalmente usado para esta finalidade é o oxigênio, porque ele favorece uma reação exotérmica, isto é, libera calor, aumentando ainda mais a temperatura do processo e, por consequência, a velocidade de corte.

Entretanto, o nitrogênio pode ser preferido como gás de assistência quando forem necessárias superfícies livres de óxidos, como no corte de aços inoxidáveis.

As máquinas de corte a laser podem cortar chapas de aço-carbono de até 20 mm de espessura. Ao contrário do que se poderia pensar, sua capacidade de corte de chapas de alumínio, por exemplo, é bem menor: corta chapas de 6 mm, no máximo. Isso se explica pela tendência do alumínio ao empastamento e à reflexão da luz.

Fatores que afetam o corte a laser

Os gases para corte a laser são, normalmente, fornecidos em cilindros de gases puros, mas também podem ser entregues pré-misturados. As **impurezas** na mistura de gases podem baixar o desempenho do laser de CO₂, diminuindo a potência de saída, tornando a descarga elétrica instável ou aumentando o consumo dos gases.

A **potência do feixe** é outro fator que determina a capacidade do laser de interagir com o material a ser cortado e iniciar o corte. Em geral, o aumento da potência permite cortar com velocidades maiores, mantendo a qualidade de corte inalterada, ou cortar materiais de maiores espessuras.

A **velocidade de corte** deve ser determinada em conjunto com a potência e a pressão e vazão do gás de assistência. Valores muito elevados de velocidade tendem a produzir estrias na superfície de corte, rebarbas na parte posterior da superfície atingida pela radiação e até mesmo impossibilidade de realizar o corte. Velocidades baixas, por outro lado, produzem um aumento da zona termicamente afetada e um decréscimo na qualidade do corte.

O gás de assistência deve ter **vazão** suficiente para remover o material fundido, proveniente do corte. Materiais como plásticos, madeiras ou borrachas permitem utilizar vazões mais elevadas.

O **ponto focal** é o ponto de concentração máxima de energia do feixe. No caso de chapas finas, deve ser colocado na superfície. Se as chapas forem grossas, o ponto focal deve ser ajustado para regiões ligeiramente abaixo da superfície, desde que não ultrapasse $1/3$ da espessura da chapa.

Quando usar e não usar o corte a laser

O uso de máquinas de corte a laser é recomendado quando as peças apresentarem formas complicadas e for exigido um acabamento de superfície praticamente livre de rebarbas na região de corte. Como esse processo não requer estampos de corte, é possível produzir rapidamente lotes pequenos e diversificados.

O fato de o laser de CO_2 gerar uma imensa intensidade de calor não significa que ele possa vaporizar e cortar todos os metais conhecidos, pois cada material reage de forma diferente a esse tipo de energia.

A seguir são apresentados comentários sobre o comportamento de alguns materiais em relação ao corte a laser.

Aços não ligados – Podem ser facilmente cortados a laser, principalmente se o gás de assistência for o oxigênio. A qualidade de corte é boa, produzindo pequenas larguras de corte e bordas retas, sem rebarbas e livre de óxidos.

Aços inoxidáveis – Chapas finas podem ser cortadas com excelente resultado. Não é possível cortar chapas tão espessas como as de aços não ligados.

Aços-ferramenta – São difíceis de cortar por outros métodos convencionais, por causa do alto teor de carbono, mas apresentam boa qualidade de superfície, quando cortados a laser.

Alumínio e suas ligas – A espessura máxima que pode ser cortada a laser situa-se por volta de 4 mm a 6 mm, pois, como já foi dito, o alumínio reflete a luz e é bom condutor de calor, dificultando a concentração de energia.

Cobre e suas ligas – Assim como o alumínio, também apresenta tendência a refletir a luz. Para o corte de peças não planas, é extremamente importante a proteção contra radiação refletida.

Titânio e suas ligas – Pode ser cortado a laser, desde que a zona de corte seja protegida por um gás inerte (CO_2 , He, N_2), que evita a oxidação pelo ar. Na face posterior do corte deve ser injetado um gás igualmente inerte, que ajuda a eliminar as gotas aderentes de metal fundido.

Outros materiais – O laser corta ainda vários outros materiais não-metálicos como: polímeros, têxteis, couro, cerâmica, rochas etc.

Vantagens e desvantagens do laser

Por ser uma forma de energia concentrada em pequena área, o corte a laser proporciona cortes retos, pequena largura de corte, zona mínima afetada pelo calor, mínima distorção e arestas de excelente qualidade.

Por ser uma luz, não entra em contato direto com a peça, não causando distorções e não se desgastando.

É um sistema de fácil automatização, permite cortar peças de formas complexas e não requer a troca de “ferramenta de corte” cada vez que é substituído o material a ser cortado.

Do lado das desvantagens, pode-se destacar: o alto custo inicial do sistema; a pequena variedade de potências disponíveis, que limitam o corte a espessuras relativamente baixas e a materiais que apresentem baixa reflexão da luz; a formação de depósitos de fuligem na superfície, no corte de materiais não-metálicos, como madeira e couro; a formação de produtos tóxicos (ácido clorídrico), no corte de PVC.

O laser representa uma tecnologia nova e pouco familiar para uma boa parte das empresas metalúrgicas, acostumadas aos sistemas convencionais de corte. Mas a superação das limitações atuais e a construção de sistemas mais adequados às necessidades e disponibilidades financeiras das pequenas e médias empresas são perspectivas que tornam o laser uma tecnologia de grande potencial para o futuro próximo.

Desfeito o mistério em torno do laser, você agora sabe que essa forma de energia pode fazer muito mais do que tocar suas músicas preferidas num “CD player” ou enfeitar o céu em noites de grandes espetáculos. Mas para ter certeza de que ficou claro para você como essa tecnologia é aplicada na indústria, resolva os exercícios a seguir.



Marque com X a resposta correta.

**Pare! Estude!
Responda!**

Exercício 1

O gás mais utilizado industrialmente como veículo ativo do laser é:

- a) ☐ hélio (He);
- b) ☐ nitrogênio (N₂);
- c) ☐ oxigênio (O₂);
- d) ☐ dióxido de carbono (CO₂).

Exercício 2

Alguns gases são adicionados ao veículo ativo do laser para:

- a) ☐ aumentar a velocidade de corte;
- b) ☐ aumentar a potência de corte;
- c) ☐ diminuir o diâmetro do feixe de luz;
- d) ☐ excitar os elétrons livres dos átomos.

Exercício 3

O gás de assistência tem por função, entre outras:

- a) ☐ resfriar a região de corte;
- b) ☐ remover o material fundido da região de corte;
- c) ☐ evitar a produção de estrias na superfície de corte;
- d) ☐ amplificar a luz do feixe laser.

Exercício 4

Nas máquinas de corte a laser que produzem movimentos segundo os eixos **x**, **y** e **z**, o eixo **z** serve para:

- a) ☐ corrigir a altura do ponto focal em relação à superfície da peça;
- b) ☐ determinar a movimentação longitudinal do cabeçote de corte;
- c) ☐ determinar a movimentação transversal do cabeçote de corte;
- d) ☐ corrigir a largura de corte.

Exercício 5

As máquinas de corte a laser podem cortar:

- a) ☐ qualquer tipo de material metálico e não-metálico;
- b) ☐ apenas materiais metálicos;
- c) ☐ alguns materiais metálicos e não-metálicos;
- d) ☐ qualquer material metálico com mais de 6 mm de espessura.

