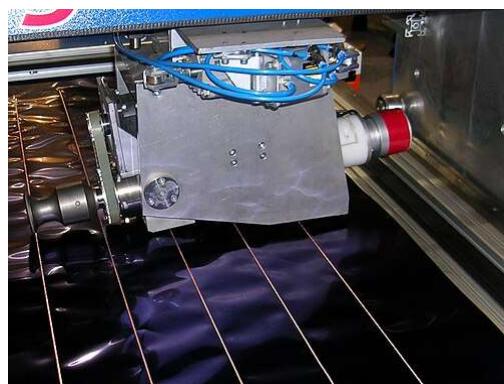


Soldagem ultrassônica

A **soldagem ultrassônica** é um [processo industrial pelo qual vibrações acústicas ultrassônicas](#) de alta frequência são aplicadas localmente a peças de trabalho que estão sendo mantidas juntas sob pressão para criar uma [solda](#) de estado sólido . É comumente usada para [plásticos](#) e [metais](#) , e especialmente para unir [materiais](#) diferentes. Na soldagem ultrassônica, não há parafusos de conexão, pregos, materiais de solda ou adesivos necessários para unir os materiais. Quando usada para unir metais, a temperatura permanece bem abaixo do ponto de fusão dos materiais envolvidos, evitando quaisquer propriedades indesejadas que possam surgir da exposição do metal a altas temperaturas. [\[1\]](#)[\[2\]](#)



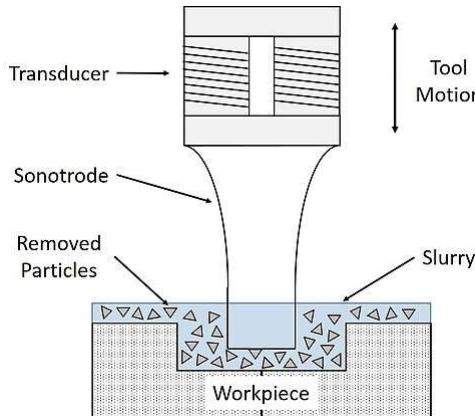
Soldagem ultrassônica de finas lâminas metálicas. O [sonotrodo](#) é girado ao longo da costura de solda.

História

A aplicação prática da soldagem ultrassônica para plásticos rígidos foi concluída na década de 1960. Nesse ponto, apenas plásticos duros podiam ser soldados. A patente do método ultrassônico para soldagem de peças termoplásticas rígidas foi concedida a Robert Soloff e Seymour Linsley em 1965. [\[3\]](#) Soloff, o fundador da Sonics & Materials Inc., era gerente de laboratório na Branson Instruments, onde filmes plásticos finos eram soldados em sacos e tubos usando sondas ultrassônicas. Ele moveu involuntariamente a sonda para perto de um dispensador de fita plástica e observou que as metades do dispensador se soldavam. Ele percebeu que a sonda não precisava ser movida manualmente ao redor da peça, mas que a energia ultrassônica poderia viajar através e ao redor de plásticos rígidos e soldar uma junta inteira. [\[3\]](#) Ele passou a desenvolver a primeira prensa ultrassônica. A primeira aplicação dessa nova tecnologia foi na indústria de brinquedos. [\[4\]](#)

O primeiro carro feito inteiramente de plástico foi montado usando soldagem ultrassônica em 1969. [\[4\]](#) A indústria automotiva o utiliza regularmente desde a década de 1980 e agora é usado para uma infinidade de aplicações. [\[4\]](#)

Processo



A soldagem ultrassônica é semelhante à usinagem ultrassônica mostrada aqui, exceto que o sonotrodo não remove o material, mas sim o vibra

Para unir peças termoplásticas complexas moldadas por injeção, o equipamento de soldagem ultrassônica pode ser personalizado para atender às especificações exatas das peças que estão sendo soldadas. As peças são intercaladas entre um ninho de formato fixo ([bigorna](#)) e um [sonotrodo](#) (corneta) conectado a um transdutor, e uma vibração acústica de baixa amplitude de $\sim 20\text{-}70\text{ kHz}$ é emitida. Ao soldar plásticos, a interface das duas peças é especialmente projetada para concentrar o processo de fusão. Um dos materiais geralmente tem um diretor de energia pontiagudo ou arredondado que entra em contato com a segunda peça de plástico. A energia ultrassônica derrete o ponto de contato entre as peças, criando uma junta. A soldagem ultrassônica de termoplásticos causa a fusão local do plástico devido à absorção de energia vibracional ao longo da junta a ser soldada. Em metais, a soldagem ocorre devido à dispersão de alta pressão de óxidos de superfície e ao movimento local dos materiais. Embora haja aquecimento, não é suficiente para derreter os materiais de base.

A soldagem ultrassônica pode ser usada para plásticos duros e macios, como plásticos [semitrancinhados](#) e metais. O conhecimento da soldagem ultrassônica aumentou com pesquisas e testes. A invenção de equipamentos mais sofisticados e baratos e o aumento da demanda por componentes plásticos e eletrônicos levaram a um conhecimento crescente do processo fundamental. [\[4\]](#) No entanto, muitos aspectos da soldagem ultrassônica ainda requerem mais estudos, como a relação da qualidade da solda com os parâmetros do processo.

Cientistas do Instituto de Ciência e Engenharia de Materiais (WKK) da Universidade de Kaiserslautern, com o apoio da Fundação Alemã de Pesquisa ([Deutsche Forschungsgemeinschaft](#)), conseguiram provar que o uso de processos de soldagem ultrassônica pode levar a ligações altamente duráveis entre metais leves e folhas de [polímero reforçado com fibra de carbono \(CFRP\)](#). [\[5\]](#)

Uma vantagem da soldagem ultrassônica é que não há tempo de secagem como ocorre com adesivos ou solventes convencionais, de modo que as peças não precisam permanecer no dispositivo por mais tempo do que o necessário para o resfriamento da solda. A soldagem pode ser facilmente automatizada, resultando em juntas limpas e precisas; o local da solda é extremamente limpo e raramente requer retoques. O baixo impacto térmico nos materiais envolvidos permite a soldagem de um maior número de materiais. O processo é uma boa alternativa automatizada a projetos com cola, parafusos ou [encaixes rápidos](#).

A soldagem ultrassônica é normalmente usada em peças pequenas (por exemplo, celulares, eletrônicos de consumo, instrumentos médicos descartáveis, brinquedos, etc.), mas pode ser usada em peças tão grandes quanto um pequeno painel de instrumentos automotivo. O ultrassom também pode ser usado para soldar metais, mas normalmente se limita a pequenas soldas de metais finos e maleáveis, como alumínio, cobre e níquel. O ultrassom não seria usado na soldagem do chassi de um automóvel ou na soldagem de peças de uma bicicleta, devido aos níveis de potência exigidos.

Componentes

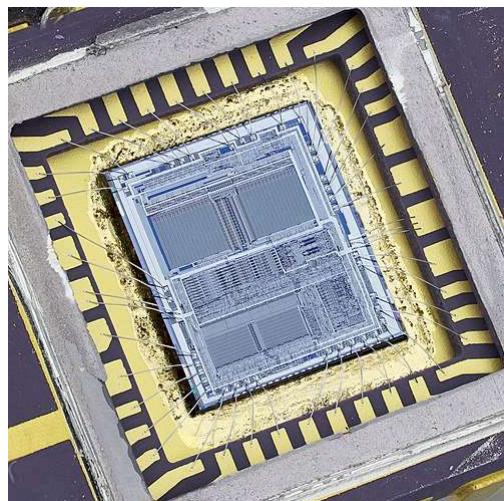
Todos os sistemas de soldagem ultrassônica são compostos dos mesmos elementos básicos:

- Uma prensa, geralmente com acionamento pneumático ou elétrico, para montar duas peças sob pressão
- Um ninho ou bigorna ou dispositivo onde as peças são colocadas e permitindo que a vibração de alta frequência seja direcionada às interfaces
- Uma pilha ultrassônica composta por um conversor ou [transdutor piezoelétrico](#), um amplificador opcional e uma corneta. Todos os três elementos da pilha são ajustados especificamente para ressoar na mesma frequência ultrassônica exata (tipicamente 15, 20, 30, 35 ou 40 kHz).
 - Conversor: Converte o sinal elétrico em vibração mecânica usando efeito piezoelétrico
 - Booster: Modifica mecanicamente a amplitude da vibração. Também é utilizado em sistemas padrão para fixar a pilha na prensa.
 - Corneta: Assume a forma da peça, modifica mecanicamente a amplitude e aplica a vibração mecânica às peças a serem soldadas.
- Um gerador ultrassônico eletrônico (EUA: fonte de alimentação) que fornece um sinal elétrico de alta potência com frequência correspondente à frequência [de ressonância](#) da pilha.
- Um controlador que controla o movimento da prensa e o fornecimento de energia ultrassônica.

Aplicações

As aplicações da soldagem ultrassônica são extensas e são encontradas em muitas indústrias, incluindo elétrica e de computadores, automotiva e aeroespacial, médica e de embalagens. Se dois itens podem ser soldados ultrassônicos é determinado por sua espessura. Se eles forem muito grossos, esse processo não os unirá. Este é o principal obstáculo na soldagem de metais. No entanto, fios, conexões de microcircuitos, chapas metálicas, folhas, fitas e malhas são frequentemente unidos usando soldagem ultrassônica. A soldagem ultrassônica é uma técnica muito popular para unir [termoplásticos](#). É rápida e facilmente automatizada, com tempos de soldagem frequentemente abaixo de um segundo e não há sistema de ventilação necessário para remover calor ou exaustão. Este tipo de soldagem é frequentemente usado para construir conjuntos que são muito pequenos, muito complexos ou muito delicados para técnicas de soldagem mais comuns.

Indústrias de computadores e elétrica



Os fios finos de alumínio ao redor das bordas do chip de silício Intel C8751H foram [unidos](#) por ultrassom.

Na indústria elétrica e de computadores, a soldagem ultrassônica é frequentemente usada para unir conexões com fio e criar conexões em circuitos pequenos e delicados. As junções de chicotes de fios são frequentemente unidas usando soldagem ultrassônica. ^[6] Os chicotes de fios são grandes grupos de fios usados para distribuir sinais elétricos e energia. [Motores elétricos](#), [bobinas de campo](#), [transformadores](#) e [capacitores](#) também podem ser montados com soldagem ultrassônica. ^[7] Também é frequentemente preferida na montagem de mídias de armazenamento, como pen drives e discos de computador, devido aos altos volumes necessários. A soldagem ultrassônica de discos de computador tem tempos de ciclo inferiores a 300 ms. ^[8]

Uma das áreas em que a soldagem ultrassônica é mais usada e onde novas pesquisas e experimentações estão centradas é a de microcircuitos. [6] Este processo é ideal para microcircuitos, pois cria ligações confiáveis sem introduzir impurezas ou distorção térmica nos componentes. Dispositivos semicondutores, [transistores](#) e [diodos](#) são frequentemente conectados por fios finos de alumínio e ouro usando soldagem ultrassônica. [9] Também é usado para unir fiação e fitas, bem como chips inteiros a microcircuitos. Um exemplo de onde os microcircuitos são usados é em sensores médicos usados para monitorar o coração humano em pacientes de bypass.

Uma diferença entre a soldagem ultrassônica e a soldagem tradicional é a capacidade da soldagem ultrassônica de unir materiais diferentes. A montagem de componentes de bateria é um bom exemplo de onde essa capacidade é utilizada. Ao criar componentes de bateria e [célula de combustível](#), conexões de cobre, níquel e alumínio de calibre fino, camadas de folha metálica e malhas metálicas são frequentemente soldadas por ultrassom. [6] Múltiplas camadas de folha metálica ou malha podem frequentemente ser aplicadas em uma única solda, eliminando etapas e custos.

Indústrias aeroespacial e automotiva

Para automóveis, a soldagem ultrassônica tende a ser usada para montar grandes componentes plásticos e elétricos, como painéis de instrumentos, painéis de portas, lâmpadas, dutos de ar, volantes, estofados e componentes do motor. [10] Como os plásticos continuaram a substituir outros materiais no design e na fabricação de automóveis, a montagem e a união de componentes plásticos se tornaram cada vez mais uma questão crítica. Algumas das vantagens da soldagem ultrassônica são tempos de ciclo baixos, [automação](#), baixos custos de capital e flexibilidade. [11] A soldagem ultrassônica não danifica o acabamento da superfície porque as vibrações de alta frequência evitam que marcas sejam geradas, o que é uma consideração crucial para muitos fabricantes de automóveis. [10]

A soldagem ultrassônica é geralmente utilizada na indústria aeroespacial ao unir metais de calibre fino de chapa e outros materiais leves. [O alumínio](#) é um metal difícil de soldar usando técnicas tradicionais devido à sua alta condutividade térmica. No entanto, é um dos materiais mais fáceis de soldar usando soldagem ultrassônica porque é um metal mais macio e, portanto, uma solda de estado sólido é simples de obter. [12] Como o alumínio é tão amplamente utilizado na indústria aeroespacial, segue-se que a soldagem ultrassônica é um processo de fabricação importante. Com o advento de novos [materiais compósitos](#), a soldagem ultrassônica está se tornando ainda mais prevalente. Ela tem sido usada na colagem do popular material compósito [fibra de carbono](#). Numerosos estudos foram feitos para encontrar os parâmetros ideais que produzirão soldas de qualidade para este material. [13]

Indústria médica

Na indústria médica, a soldagem ultrassônica é frequentemente usada porque não introduz contaminantes ou degradação na solda e as máquinas podem ser especializadas para uso em [salas limpas](#) . [14] O processo também pode ser altamente automatizado, fornece controle rigoroso sobre tolerâncias dimensionais e não interfere na biocompatibilidade das peças. Portanto, aumenta a qualidade das peças e diminui os custos de produção. Itens como filtros arteriais, filtros de anestesia, filtros de sangue, cateteres IV, tubos de diálise, [pipetas](#) , reservatórios de cardiometria, filtros de sangue/gás, máscaras faciais e pontas/filtros IV podem ser feitos usando soldagem ultrassônica. [15] Outra aplicação importante na indústria médica para soldagem ultrassônica são os têxteis. Itens como aventais hospitalares, roupas estéreis, máscaras, [adesivos transdérmicos](#) e têxteis para salas limpas podem ser selados e costurados usando soldagem ultrassônica. [16] Isso evita contaminação e produção de poeira e reduz o risco de infecção.

Indústria de embalagens



Isqueiro de butano

A soldagem ultrassônica é frequentemente utilizada em aplicações de embalagem. Muitos itens comuns são criados ou embalados por meio dessa técnica. A selagem de recipientes, tubos e [blisters](#) são aplicações comuns.

A soldagem ultrassônica também é aplicada na embalagem de materiais perigosos, como explosivos, fogos de artifício e outros produtos químicos reativos. Esses itens tendem a exigir [vedação hermética](#) , mas não podem ser submetidos a altas temperaturas. [9] Um exemplo é um isqueiro de butano. A solda deste recipiente deve ser capaz de suportar alta pressão e estresse e deve ser hermética para conter o butano. [17] Outro exemplo é a embalagem de munição e propelentes. Essas embalagens devem ser capazes de suportar alta pressão e estresse para proteger o consumidor do conteúdo.

A indústria alimentícia considera a soldagem ultrassônica preferível às técnicas de união tradicionais, porque é rápida, higiênica e pode produzir vedações herméticas. Recipientes de leite e suco são exemplos de produtos frequentemente selados usando soldagem ultrassônica. As peças de papel a serem seladas são revestidas com plástico, geralmente [polipropileno](#) ou [polietileno](#), e então soldadas para criar uma vedação hermética. [17] O principal obstáculo a ser superado neste processo é a configuração dos parâmetros. Por exemplo, se ocorrer soldagem excessiva, a concentração de plástico na zona de solda pode ser muito baixa e causar a quebra da vedação. Se for soldada de forma insuficiente, a vedação estará incompleta. [17] Variações nas espessuras dos materiais podem causar variações na qualidade da solda. Alguns outros itens alimentícios selados usando soldagem ultrassônica incluem embalagens de barras de chocolate, embalagens de alimentos congelados e recipientes de bebidas.

Experimental

A "aglomeração sônica", uma combinação de soldagem ultrassônica e [moldagem](#), é usada para produzir [barras compactas de ração alimentar](#) para o projeto de Ração de Assalto de Combate Aproximado do Exército dos EUA, sem o uso de aglutinantes. O alimento seco é prensado em um molde e soldado por uma hora, durante a qual as partículas de alimento ficam grudadas. [18]

Para saber mais sobre cursos presencial para empresas e cursos online entre em contato no WhatsApp: (11) 96138.6171

Programa:

- 1) O que é solda ultrassônica.
- 2) Quais os materiais soldáveis entre si.
- 3) Geradores ultrassônicos, funcionamento, ajuste e manutenção.
- 4) O conjunto acústico, Sonotrodo, Booster e Transdutor.
- 5) Especificação dos materiais do conjunto acústico
- 6) Análise, Fabricação e sintonização do conjunto acústico.
- 7) Interpretação das apostilas de usinagem e sintonização.
- 8) Conclusão e certificado e apostilas para fabricação de Sonotrodos.