

05

---

# SOLDAGEM

Engenharia Mecânica

Prof. Luis Fernando Maffeis Martins

# Solda TIG



# Solda TIG

TIG = Tungsten Inert Gas  
GTAW = Gas Tungsten Arc Welding



# Solda TIG

## Processo de soldagem por arco elétrico

Assim como a soldagem por eletrodo revestido, a solda TIG também utiliza um arco elétrico como fonte de calor, mas neste caso é utilizado um eletrodo de Tungstênio **não revestido e não consumível**.

A proteção da junta soldada é feita através de um fluxo de gás inerte, e pode ser utilizado, ou não, um metal de adição.

# Solda TIG

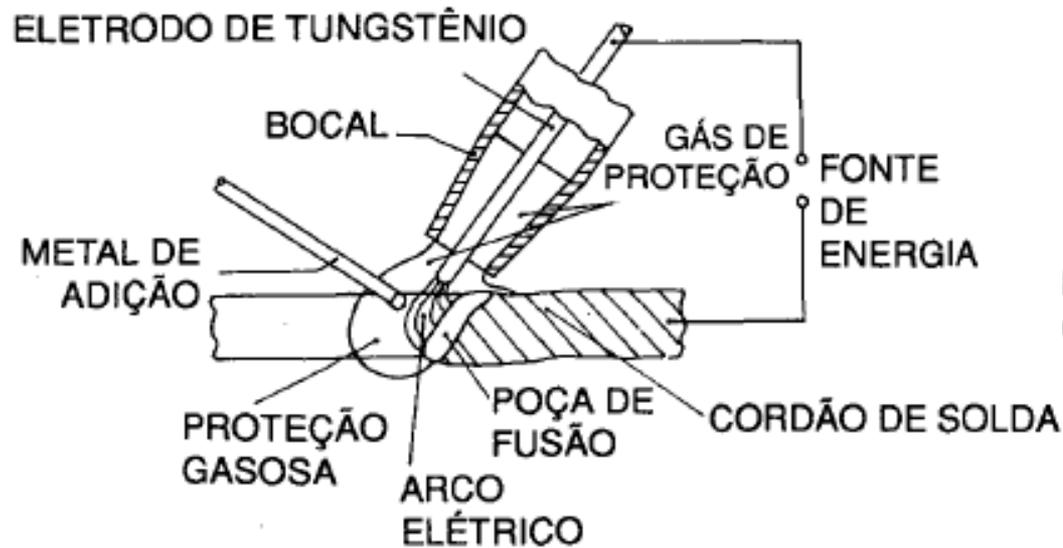
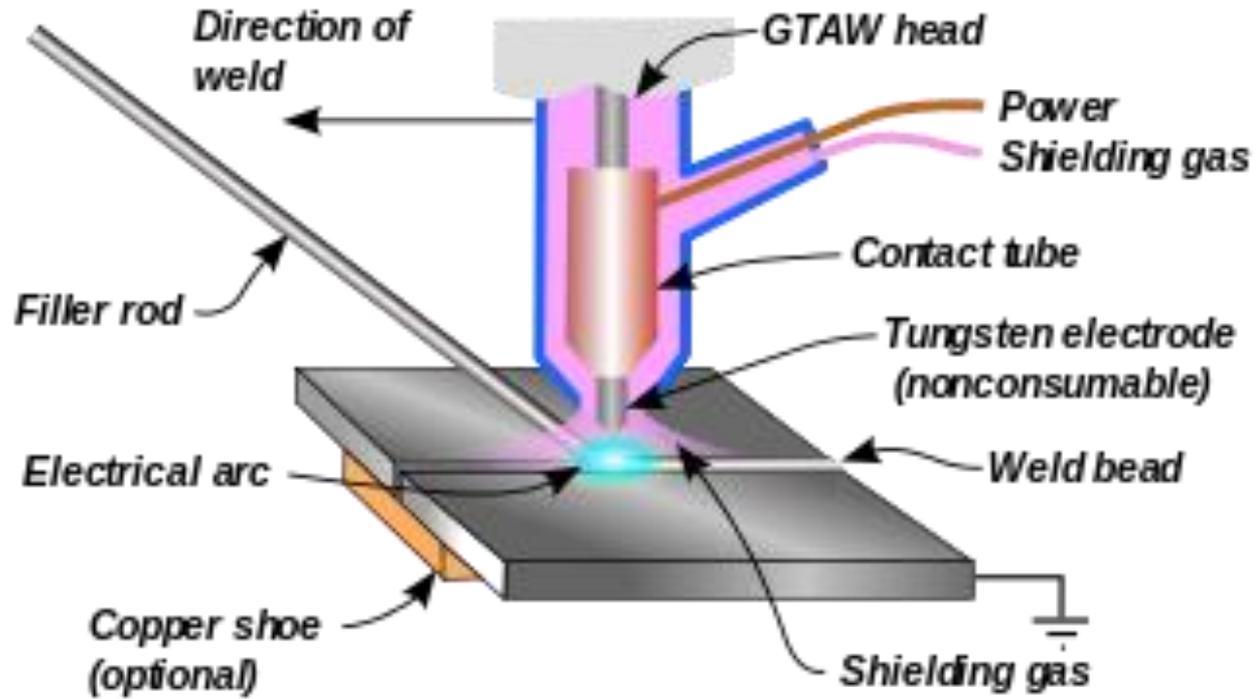


Figura 2.25 — Processo de soldagem TIG<sup>(1)</sup>

# Solda TIG



# Solda TIG

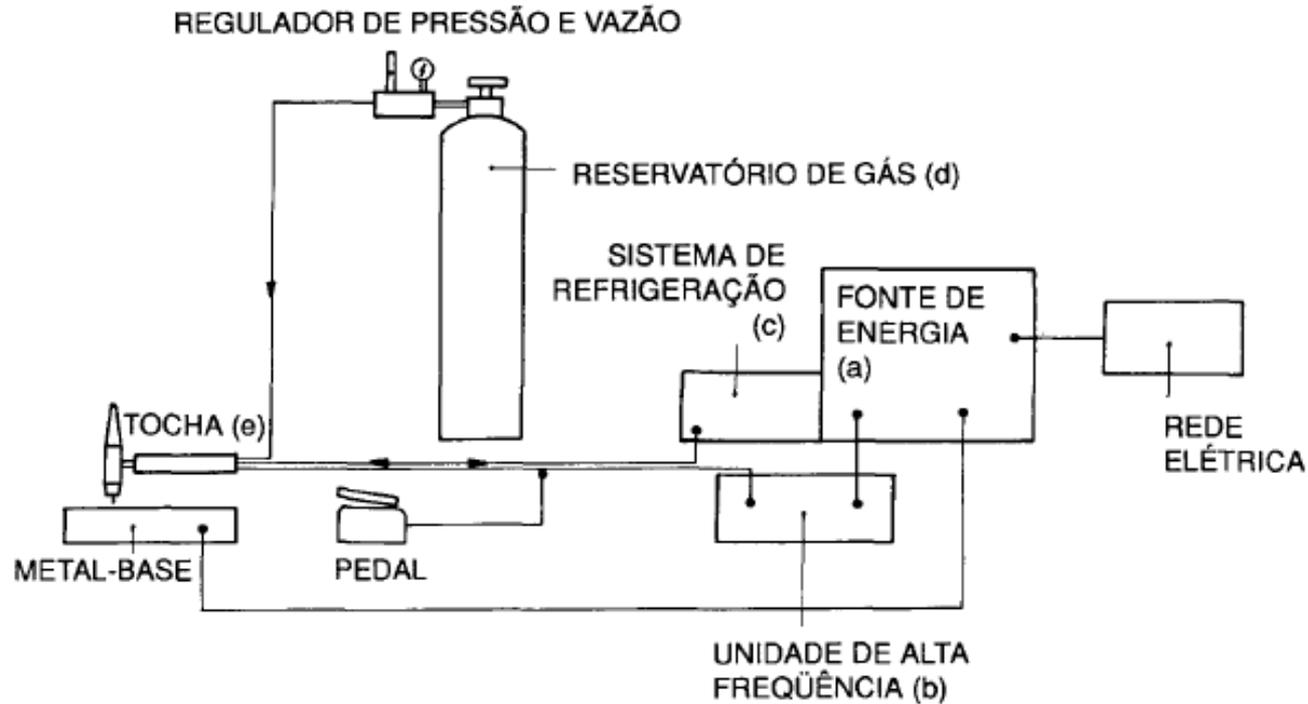
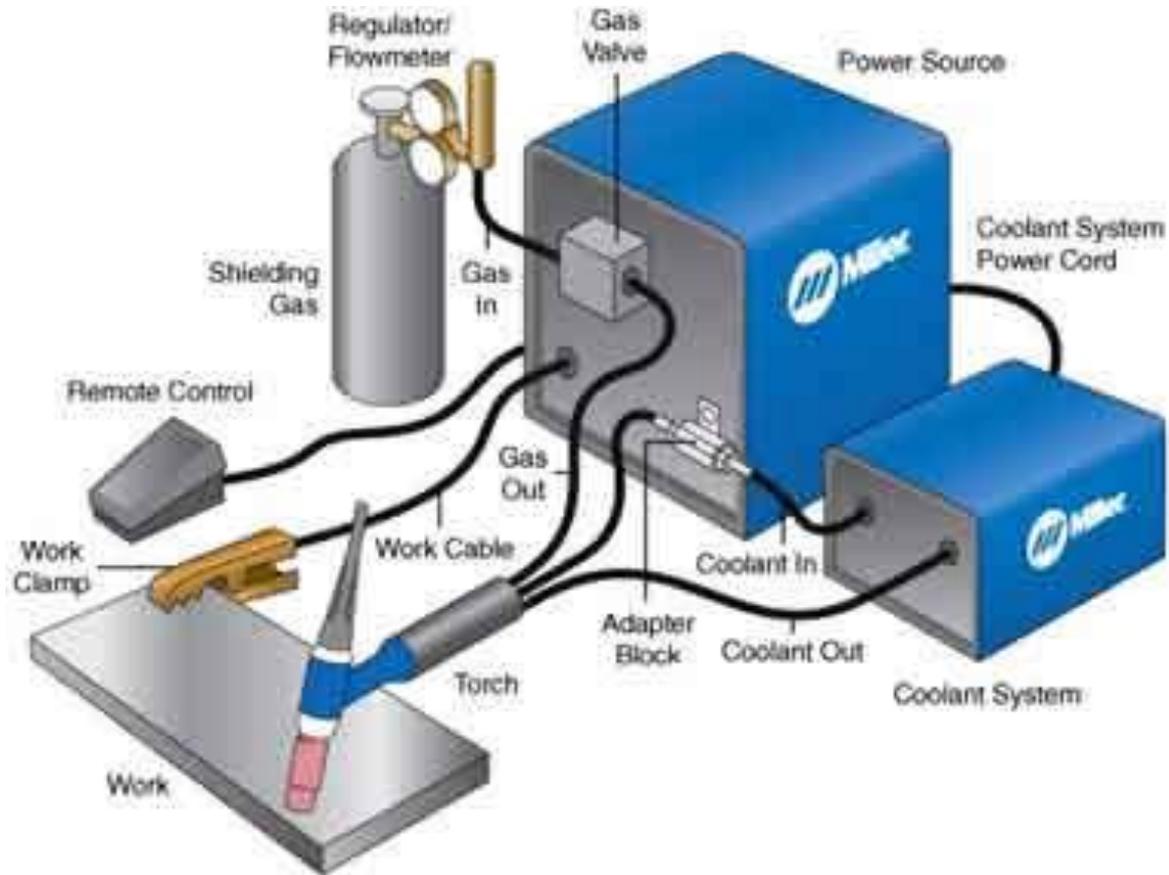


Figura 2.26 — Esquema simplificado dos equipamentos necessários para o processo TIG<sup>(4)</sup>

# Solda TIG



# Solda TIG



# Solda TIG



# Solda TIG

Processo patenteado no final dos anos 20 do século passado, comercialmente utilizado a partir de 1942 para a soldagem em ligas de magnésio de assento de avião.

Atualmente utilizado principalmente para ligas de alumínio, aço inoxidável, magnésio e titânio.

# Solda TIG

Tabela 2.21 — Características da soldagem pelo processo TIG; adaptada de<sup>(3)</sup>

<b>Tipo de operação</b> - manual ou automática	<b>Equipamentos</b> Retificador, gerador ou transformador Tocha Cilindro de gases com dispositivo para deslocamento
<b>Características do processo</b> Taxa de deposição: 0,2 a 1,3 kg/h Espessura soldada: 0,1 a 50 mm Posição de soldagem: todas Tipo de junta: todas <b>Diluição</b> com metal de adição: 2 a 20% sem metal de adição: 100% Faixa de corrente: 10 a 400 A	<b>Custo do equipamento</b> 1,5 (manual) a 10 (automático) (soldagem com eletrodo revestido = 1) <b>Consumíveis</b> Varetas Gases de proteção e pureza Eletrodo de tungstênio
<b>Vantagens</b> Produz soldas de alta qualidade Solda a maioria dos metais e ligas Poça de fusão calma Fonte de calor concentrada, minimizando a ZAC e distorções Processo de fácil aprendizagem	<b>Limitações</b> Processo com baixa taxa de deposição Impossibilidade de soldagem em locais com corrente de ar Possibilidade de inclusão de tungstênio na solda Emissão intensa de radiação ultravioleta
<b>Segurança:</b> Proteção ocular. Proteção da pele para evitar queimaduras pela radiação ultravioleta	

# Solda TIG - equipamentos

## Fonte de energia:

Corrente contínua – gerador, retificador ou transformador, com pedal para controle da corrente pelo soldador.

Corrente alternada – unidade de alta frequência

# Solda TIG - equipamentos

## Fonte de energia:

Corrente contínua – gerador, retificador ou transformador, com pedal para controle da corrente pelo soldador.

Corrente alternada – unidade de alta frequência

## Sistema de refrigeração:

Através de ar ou água (geralmente recirculada e em circuito fechado)

# Solda TIG - equipamentos

## **Reservatório do gás:**

Cilindro de hélio, argônio ou mistura dos dois gases, com regulador de pressão e de vazão.

# Solda TIG - equipamentos

## Reservatório do gás:

Cilindro de hélio, argônio ou mistura dos dois gases, com regulador de pressão e de vazão.

## Tocha TIG:

Dispositivo que fixa o eletrodo de tungstênio, conduz a corrente elétrica, e supre a vazão de gás para proteção necessária à região do arco elétrico e da poça de metal líquido (poça de fusão), refrigerado a ar ou água.

# Solda TIG - equipamentos

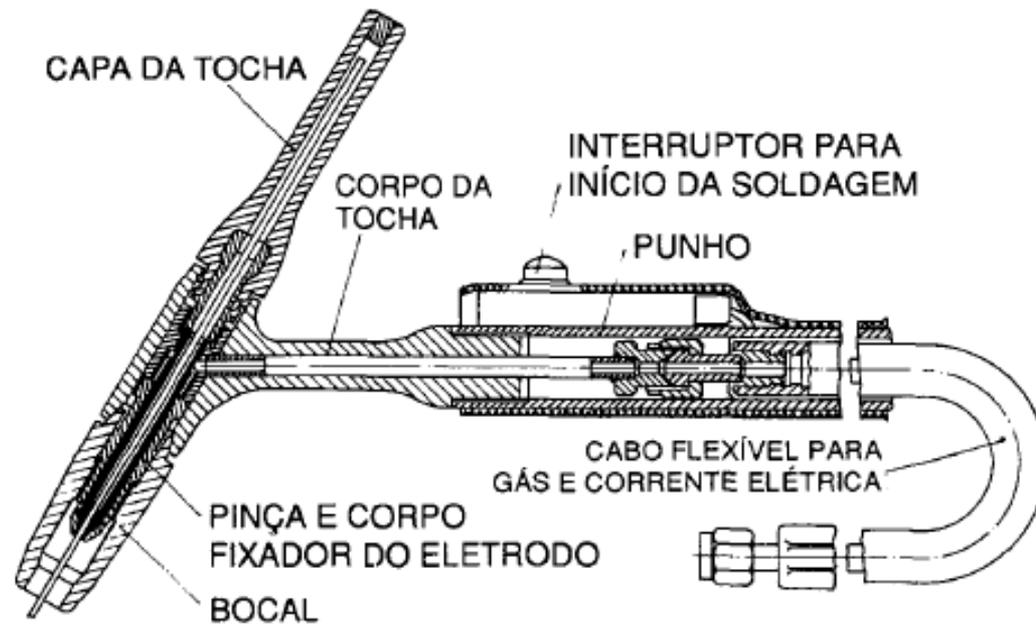


Figura 2.27 — Tocha TIG resfriada a ar<sup>(1,2)</sup>

# Solda TIG - equipamentos

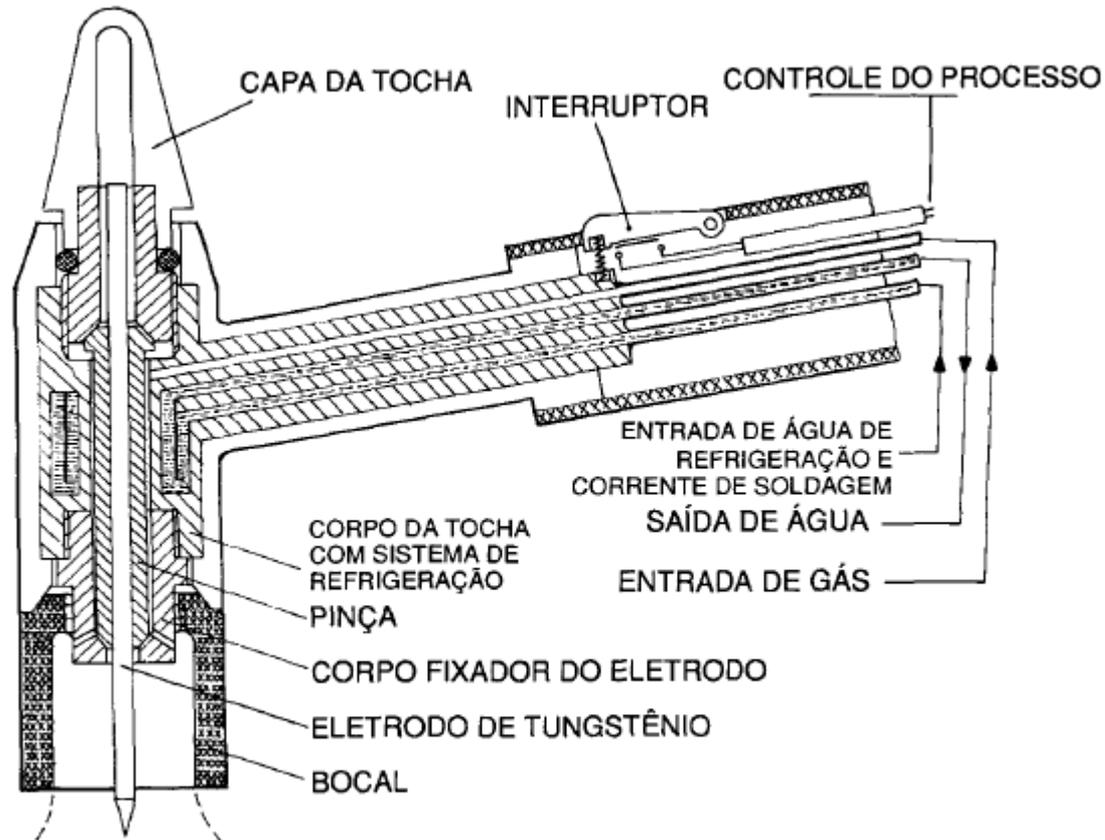


Figura 2.28 — Tocha TIG resfriada a água<sup>(1,2)</sup>

# Solda TIG – gás de proteção

A solda TIG utiliza um gás inerte para proteção da junta soldada, sendo utilizado argônio, hélio ou uma mistura destes dois gases.

A pureza do gás deve ser de no mínimo 99,99 %

# Solda TIG – gás de proteção

Tabela 2.22 — Características dos gases de proteção utilizados no processo TIG

Argônio	Hélio
<p>Baixa tensão de arco Menor penetração Adequado à soldagem de chapas finas</p> <p>Soldagem manual devido ao pequeno gradiente de tensão na coluna do arco (6 V/cm) Maior ação de limpeza Arco mais estável Fácil abertura do arco Utilizado em CC e CA</p> <p>Custo reduzido Vazão para proteção pequena Maior resistência à corrente de ar lateral</p>	<p>Elevada tensão de arco Maior penetração Adequado à soldagem de grandes espessuras e materiais de condutibilidade térmica elevada Soldagem automática</p> <p>Menor ação de limpeza Arco menos estável Dificuldade na abertura do arco Geralmente CCPD com eletrodo de tungstênio toriado Custo elevado Vazão para proteção de 2 a 3 vezes maior que a de argônio Menor resistência à corrente de vento</p>

Tabela 2.23 - Características dos gases de proteção usados no processo TIG

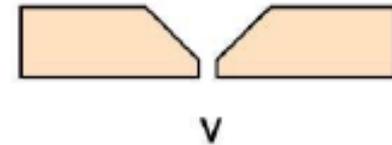
Tipo de liga	Gás e polaridade	Características
Aço de baixa liga	Argônio CCPD (-) Hélio CCPD (-)	Soldagem manual Soldagem automática
Aço inoxidável	Argônio CCPD (-) Hélio CCPD (-)	Arco estável e de fácil controle Grande penetração e razoável estabilidade do arco
Aço inoxidável endurecível por precipitação	Hélio CCPD (-)	Penetração na raiz mais uniforme; menor zona afetada pelo calor
Alumínio e ligas	Argônio (CA) Argônio + Hélio (CA) Hélio CCPD (-)	Estabilidade do arco e boa ação de limpeza. Arco menos estável; boa ação de limpeza; velocidade de soldagem elevada; grande penetração. Grande penetração; velocidade de soldagem elevada no material limpo quimicamente; soldagem automática.
Bronze-alumínio	Argônio CCPD (-)	Reduz penetração no metal base durante o processo de revestimento.
Bronze-silício	Argônio CCPD (-)	Diminui o efeito de fragilidade a quente.
Cobre desoxidado	Hélio CCPD (-) Hélio + 25% argônio CCPD (-)	Elevada energia de soldagem para contrabalançar a condutibilidade térmica do cobre Arco mais estável; energia de soldagem menor; adequado para chapas até 1,5 mm de espessura.
Cobre-níquel	Argônio CCPD (-)	Arco estável e de fácil controle.
Magnésio e ligas	Argônio (CA)	Arco estável e boa ação de limpeza.
Monel	Argônio CCPD (-)	Arco estável e de fácil controle.
Níquel e ligas	Argônio CCPD (-) Hélio CCPD (-)	Arco estável e de fácil controle. Soldagem automática com alta velocidade.
Titânio e ligas	Argônio CCPD (-) Hélio CCPD (-)	Arco estável e de fácil controle. Soldagem automática com alta velocidade.

# Solda TIG – tipo de junta

A junta é um importante parâmetro para definição da perda de calor, penetração do metal ao longo da espessura da peça, economia de metal de adição, posição de soldagem, distorção da peça.

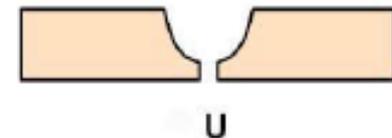
Junta em “V”:

menor perda de calor  
menor tempo de usinagem



Junta em “U”

maior economia do metal de adição  
favorece soldagem “fora de posição”  
menor distorção



# Solda TIG – tipo de corrente

## Corrente Contínua c/ Polaridade Direta:

O fluxo de elétrons incidindo no metal base (peça) o torna mais aquecido do que o eletrodo resultando em penetração grande e estreita.

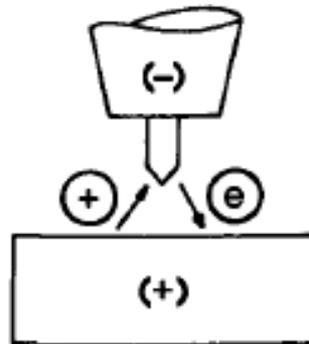


Figura 2.30 — Soldagem TIG em corrente contínua de polaridade direta<sup>(8)</sup>

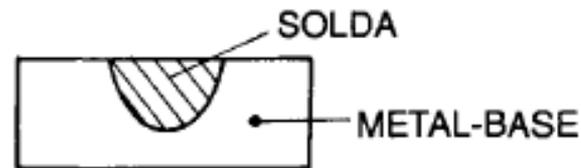


Figura 2.31 — Contorno da solda na solda em corrente contínua de polaridade direta<sup>(8)</sup>

# Solda TIG – tipo de corrente

## Corrente Contínua c/ Polaridade Reversa:

O fluxo de elétrons incidindo no eletrodo aquecendo-o mais do que no caso da polaridade direta, sendo necessário utilizar um eletrodo com diâmetro maior. Por outro lado, os íons positivos que são lançados no metal base (peça) promovem limpeza da superfície de solda (removendo óxidos), principalmente quando utiliza-se argônio.

Penetração pequena e larga, em função da menor temperatura na peça.

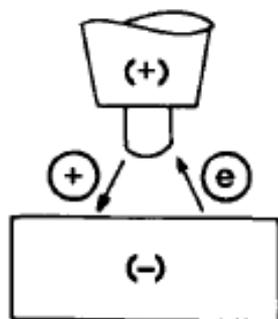


Figura 2.32 — Soldagem TIG em corrente contínua de polaridade reversa<sup>(8)</sup>

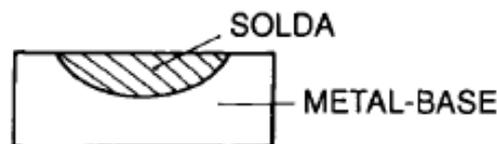


Figura 2.33 — Contorno da solda usando corrente contínua de polaridade reversa.

# Solda TIG – tipo de corrente

## Corrente Alternada com Onda Senoidal

Quando há troca de polaridade (negativo/positivo) há um momento de corrente e tensão nulas, ocorrendo apagamento momentâneo do arco elétrico.

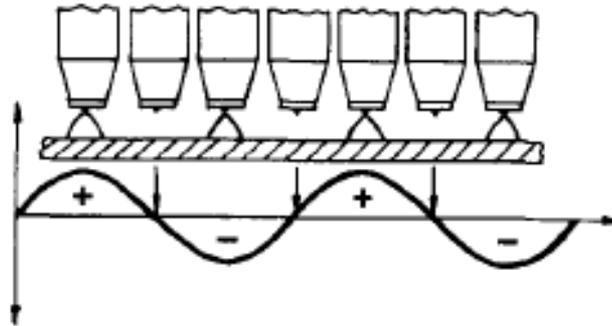


Figura 2.34 — Esquema de soldagem TIG em corrente alternada, mostrando o apagamento instantâneo do arco<sup>(1)</sup>.

# Solda TIG – tipo de corrente

## Corrente Alternada com Onda Senoidal

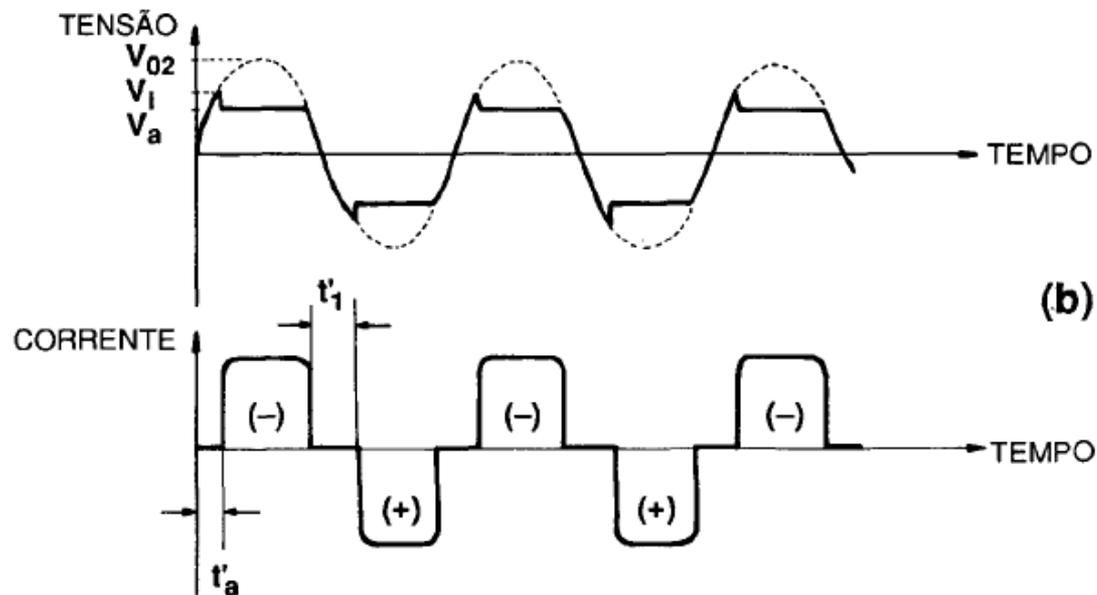


Figura 2.35 — Tensão e corrente de soldagem em corrente alternada em duas situações.

Em (a), a tensão em vazio da fonte é maior que em (b).

$V_i$  = tensão mínima para abrir o arco

$V_{o1}, V_{o2}$  = tensão em vazio

$V_a$  = tensão em arco

$t_1, t_1'$  = tempo do arco apagado

$t_a, t_a'$  = tempo de abertura do arco

# Solda TIG – tipo de corrente

## Corrente Alternada com Onda Senoidal

