

Soldagem com Arame Sólido sob Proteção Gasosa - GMAW



Histórico

- Conceção básica ⇒ 1920

O processo foi desenvolvido e se tornou disponível comercialmente em 1948.

A primeira aplicação industrial foi a soldagem de ligas de alumínio, onde um gás de proteção inerte era usado.

Daí surgiu o termo **MIG** (Metal Inert Gas), denominação ainda usada hoje para designar este processo.

Variações foram adicionadas ao processo, entre as quais o uso de gases de proteção ativos, particularmente o CO_2 , para a soldagem de materiais ferrosos.

Adotado o termo **MAG** (Metal Active Gas) para designar este processo. Misturas de gases também foram criadas.

Histórico

Devido a essas várias possibilidades de proteger a soldagem por meio de gases ativos e inertes, a AWS (American Welding Society) denominou o processo como

Soldagem a Arco Elétrico com Proteção Gasosa (**GMAW** - Gás Metal Arc Welding).

Outros desenvolvimentos foram feitos associados ao processo MIG-MAG:

- conhecimento das características de transferência do metal e o seu controle,
- introdução de equipamentos eletrônicos que permitem um grande grau de controle da operação de soldagem,
- a automação do processo,
- o desenvolvimento de novas técnicas de soldagem.

- Processo de alta densidade de corrente, pequenos diâmetros de eletrodos de metal utilizando um gás ou mistura de gases para proteção.

Histórico

Hoje o processo **MIG-MAG** é usado na grande maioria de indústrias,

Na soldagem de fabricação, manutenção ou revestimento duro;

Em soldas de grande volume ou para simples soldas de ponteamto.

A maioria dos metais podem ser soldados pelo processo MIG-MAG, embora técnicas específicas tenham de ser adotadas.

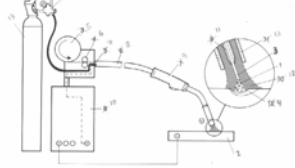
Como consequência, o processo MIG-MAG consolidou-se como método de fabricação,

Hoje é um dos mais importantes processos de soldagem a arco elétrico.

Características do Processo

O **arco elétrico** (1) forma-se entre a **peça de trabalho** (2) e um **arame metálico** (3), que é continuamente alimentado para dentro da **poça de solda** (4).

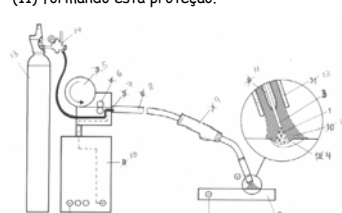
O arame serve tanto como um **eletrodo**, conduzindo a corrente elétrica que forma o arco elétrico, como para fornecer **material de adição**. Este arame é suprido de um **carretel** (5), e **roletes de tração** (6) empurram o arame por um **condute flexível** (7) no interior de uma **mangueira** (8) para a **tocha de solda** (9).



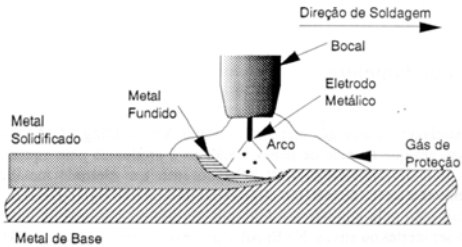
Características do Processo

A energia elétrica para o arco é fornecida por uma **fonte de energia** (10). A corrente de soldagem é conduzida para o eletrodo através de um **bico de contato** (11).

O **gás de proteção** (12) é fornecido por um **cilindro** (13) e sua alimentação controlada por um **regulador de pressão** (14). Sua principal função é proteger o **arco elétrico** (1) e a **poça de solda** (4) dos efeitos do ar circundante, e flui através do **bocal** (15) que envolve o **bico de contato** (11) formando esta proteção.



Características do Processo



Características do Processo

- O metal de adição é alimentado automaticamente.
- A tocha de solda é manualmente movimentada pela peça de trabalho.
- Refere-se ao processo MIG-MAG como sendo semi-automático.
- Processo pode ser facilmente automatizado, através da mecanização dos movimentos da tocha ou da peça de trabalho.
- Na soldagem semi-automática, o soldador tem a responsabilidade:
 - iniciação e interrupção do arco,
 - movimentação da tocha durante a execução da soldagem.

Características do Processo

- Comparando MIG-MAG com a soldagem manual:
- Alta produtividade.
- Isto é devido:
- Alimentação contínua do arame.
 - Devido a usar arames relativamente finos.
 - Permite utilizar uma alta densidade de corrente.
 - Garante ao processo uma alta taxa de deposição.
 - Processo não necessita de remoção de escória.
- A alimentação contínua de arame também garante ao processo MIG-MAG:
- Elevado fator de trabalho.
 - Não necessita parada para troca de eletrodo.

Características do Processo

Valores típicos de densidade de corrente, taxa de deposição e fator de trabalho para o processo MIG-MAG e eletrodo revestido.

Processo	Densidade de Corrente (A/mm ²)	Taxa de Deposição (kg/h)	Fator de Trabalho (%)
Eletrodo revestido	5 a 20	1,0 - 3,0	10 - 30
MIG-MAG	100 a 250	2,0 - 6,0	20 - 45

Características do Processo

- MIG-MAG pode ser usada em materiais numa ampla faixa de espessura.
- Chapas acima de 0,4mm de espessura permitem ser soldadas.
- O diâmetro dos arames usados varia normalmente de 0,6 a 2,0mm.
- O processo MAG é utilizado apenas na soldagem de materiais ferrosos, tendo como gás de proteção o CO₂ ou misturas ricas neste gás.
- A soldagem MIG pode ser usada tanto na soldagem de metais ferrosos quanto não ferrosos.

Tipo de Solda	Espessura de chapa (mm)					
	0,4	1,6	3,2	4,8	6,4	10,0 >12,7
Passe único sem preparação	—	—	—	—	—	—
Passe único com preparação	—	—	—	—	—	—
Passes múltiplos	—	—	—	—	—	—

Vantagens:

Processo semi-automático, de grande versatilidade. Pode ser facilmente adaptado a soldagem automática assim como ser usado com robôs.

- q Alta taxa de deposição devido a usar arames finos, que permite uma elevada densidade de corrente na ponta do arame (veja tabela 1).
- q Soldagem de quase todos os materiais estruturais: aços: carbono, baixa liga e inox; alumínio, níquel, magnésio, titânio, cobre; ferros fundidos e revestimento duro.
- q Permite a soldagem de chapas acima de 0,4mm de espessura.
- q A soldagem pode ser executada em todas as posições.
- q Soldagem com visibilidade total da poça de fusão, que permite ao soldador controlar a penetração e a diluição durante a soldagem.
- q Não usa fluxo de soldagem. Logo, dispensa operação remoção de escória. Requer menor habilidade do soldador, comparada à soldagem manual.

Limitações:

Maior sensibilidade à variação dos parâmetros do arco de soldagem, que influenciam diretamente a qualidade da solda. Necessita ajuste rigoroso dos parâmetros de soldagem para obter cordão de solda adequado.

Equipamento de soldagem mais caro e complexo que o usado para soldagem com eletrodo revestido, com maior necessidade de manutenção.

Por não haver escória, a velocidade de resfriamento da solda é maior que com outros processos, o que aumenta a susceptibilidade de trincas, principalmente no caso de materiais duros ou temperáveis.

Menor variedade de consumíveis disponíveis.

Sensível a correntes de ar, (desloca a proteção gasosa gerando defeitos). Uso deve ser evitado em lugares abertos.

Como o bocal da pistola precisa ficar próximo ao metal base, a soldagem pode ser dificultada em locais de difícil acesso.

Grande emissão de radiação pelo arco elétrico, assim como fumos e gases. Requer proteção adicional para a segurança do soldador.

Aplicações:

Vantagens mencionadas fazem que o MIG-MAG seja atualmente utilizado em incontáveis aplicações industriais.

Operações de pequena como de grande escala.

Grandes usuários: indústria automotiva e de auto-peças, alimentícia, construção civil, fabricação de bens de consumo, estaleiros, caldeirarias, implementos agrícolas, botijões de gás.

A facilidade de automação e os diversos tipos de materiais que podem ser soldados por este processo ampliam ainda mais as suas aplicações.

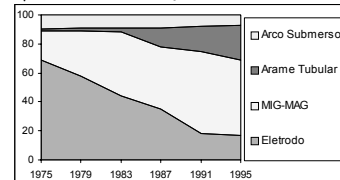
Aplicações:

Últimos 25 anos houve um grande crescimento no uso da soldagem MIG-MAG nos países desenvolvidos

Hoje, a soldagem MIG-MAG é um dos processos a arco elétrico mais utilizados nos EUA, Europa e Japão, sendo que o Brasil segue a mesma tendência.

O crescimento da soldagem MIG-MAG foi acompanhada por uma forte queda na soldagem manual com eletrodo revestido.

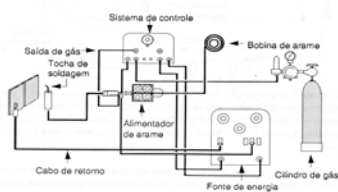
O uso de processos semi-automáticos, (caso do MIG-MAG), contribuiu com aumento de produtividade e redução dos custos de fabricação.



Equipamento de Soldagem

O equipamento básico para soldagem MIG-MAG é composto de:

- ü Fonte de energia
- ü Unidade de alimentação de arame
- ü Tocha de solda e mangueiras
- ü Fonte de suprimento de gás



Equipamento de Soldagem

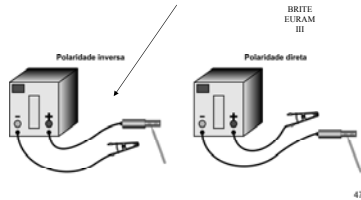


Fonte de Energia

Função: fornecer energia elétrica para o eletrodo e peça de trabalho, formando o arco elétrico.

Para a grande maioria das aplicações da soldagem MIG-MAG, usa-se CC+.

O cabo positivo deve ser conectado à tocha de soldagem, e o cabo negativo à peça de trabalho.



Fonte de Energia

As fontes de energia podem ser do tipo: transformador-retificador (convencional ou tiristorizado), ou grupos geradores, quando a soldagem é feita no campo.

Mais recentemente, fontes do tipo inversoras tem encontrado grande desenvolvimento e uso na soldagem MIG-MAG.

Ào longo do tempo concluiu-se que fontes de energia de tensão constante produzem melhores resultados operacionais na soldagem MIG-MAG, particularmente para metais ferrosos.

Mantendo-se uma tensão de solda constante durante a operação de soldagem, a principal vantagem é a auto-correção do comprimento do arco.

Mecanismo de Auto-Correção do Arco Elétrico

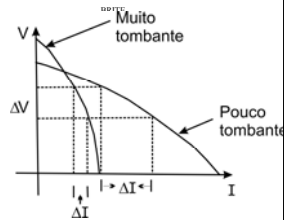
Para entender: analisar a curva de característica estática Volt-Ampere para fontes de energia do tipo corrente constante e tensão constante.

Para fonte de tensão constante, a curva é relativamente plana.

Para ambas as fontes, uma pequena mudança na distância bico de contato-produz alteração na tensão (ΔV) e na corrente de solda (ΔA).

Fonte de tensão constante produz um ΔA muito maior que para a fonte de corrente constante.

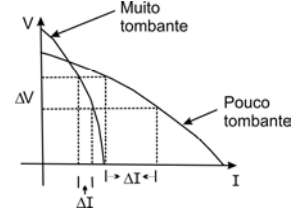
Magnitude do ΔA é muito importante: determina mudança na taxa de fusão do eletrodo (variável responsável pelo mecanismo de auto-correção do comprimento do arco).



Mecanismo de Auto-Correção do Arco Elétrico

Fonte de tensão constante: variações na distância entre o bico de contato e a peça de trabalho, que ocorrem com frequência durante a soldagem, produzem um aumento ou queda significativo na corrente de soldagem.

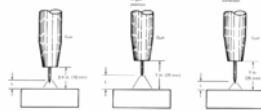
Isso provoca uma grande variação na taxa de fusão do arame, que imediatamente se compensa e mantém o comprimento do arco.



Mecanismo de Auto-Correção do Arco Elétrico

Quando a distância do bico de contato à peça de trabalho aumenta (fig. a): a tensão de solda e o comprimento do arco aumentam, e a corrente de soldagem reduz-se significativamente (fig. b).

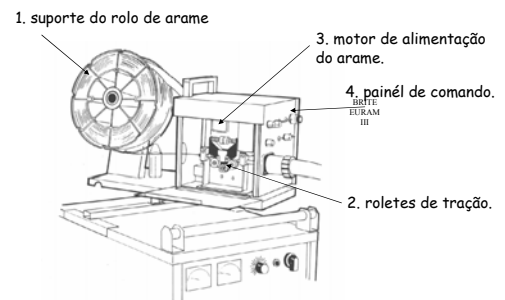
Reduz a taxa de queima do arame. Devido o eletrodo estar sendo agora alimentado mais rápido do que pode ser fundido, o comprimento do arco retornará ao seu valor original, estabelecendo um equilíbrio entre a velocidade de alimentação de arame e taxa de fusão do arame (fig. 4c).



Comprimento do Arco, C (mm)	6,4	12,7	6,4
Tensão do Arco, (V)	24	29	24
Corrente de soldagem (A)	250	220	250
Velocidade de Alimentação do Arame (m/min)	6,4	6,4	6,4
Taxa de Fusão do Arame (m/min)	6,4	5,6	6,4

Unidade de Alimentação de Arame

No equipamento de soldagem MIG-MAG semi-automático, a unidade de alimentação de arame é constituída de:

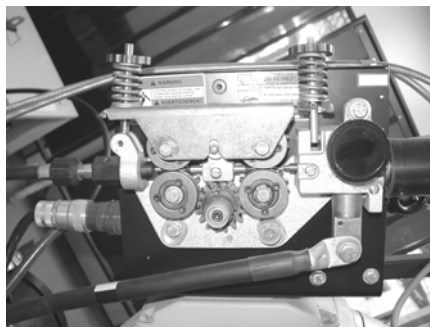


Unidade de Alimentação de Arame

1. **Suporte do rolo de arame:** deve ter um freio para parar o movimento do carretel quando se interrompe a soldagem.

2. **Roletes de tração:** função é empurrar o arame para a tocha de solda. Sistema push-pull: há outro dispositivo instalado na tocha que puxa o arame (permite uso de cabos de solda relativamente longos), e também recomendado para arames de alumínio, que devido a sua maciez e maleabilidade apresentam alguns problemas de alimentação do arame. Deve-se especificar e usar roletes de tração adequados para a bitola do arame que está sendo usado.

A regulagem dos roletes de tração (pressão) tem papel importante na alimentação do arame. Se a pressão é insuficiente, o arame patina nos roletes e não alimenta continuamente o arame. Se a pressão é excessiva, os roletes deformam o arame, que agarra no condúite e desgasta o bico de contato.



Unidade de Alimentação de Arame

Motor de alimentação do arame: função é mover os roletes de tração. É importante que seja de velocidade constante. Normalmente aceita trabalhar em uma ampla faixa de velocidade de alimentação de arame.

Painel de comando: função é controlar a fonte de energia à distância, controlar o motor de alimentação de arame, o início e a parada da solda o fornecimento de gás, acionando e fechando um solenóide.

Unidade de Alimentação de Arame

A unidade de alimentação do arame pode ser instalada numa posição afastada da fonte de energia (até 50m), e o soldador controla toda a operação (incluindo a fonte de energia) próximo à solda.



BRITE
EUSAM
III

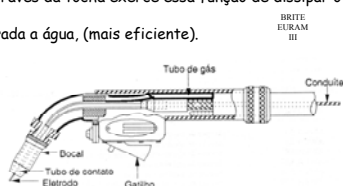
Tocha de Solda e Cabo da Tocha

üA tocha de solda mais usada na soldagem MIG-MAG semi-automática é a do tipo "pescoço de ganso".

üEste formato facilita e permite o acesso em todas as posições de soldagem.

üA tocha pode ser do tipo "auto-resfriada", onde o gás de proteção ao passar através da tocha exerce essa função de dissipar o calor.

üRefrigerada a água, (mais eficiente).



O bico de contato

üNormalmente fabricado em cobre ou uma liga de cobre.

üDiâmetro interno deve ser ligeiramente superior ao diâmetro do arame.

üServe de contato elétrico deslizante.

üFunção: transferir a corrente de soldagem para o arame e direcionar o arame para a peça de trabalho.

üEscolhido em função do diâmetro do arame sendo usado.

üAcabamento da superfície interna do bico de contato é muito importante, pois o arame precisa ser alimentado facilmente pelo bico de contato ao mesmo tempo que necessita de um bom contato elétrico.

üDeve ser substituído com certa frequência, pois o desgaste do bico durante o uso aumenta o diâmetro interno, prejudicando o contato elétrico e a energização do arame.

O bocal

Feito de cobre ou material cerâmico.

Funções:

direcionar e concentrar o fluxo do gás de proteção na região da solda.

Manter um fluxo de gás uniforme e bem distribuído ao redor do bico de contato (garantir uma proteção adequada do metal de solda líquido do contato com o ar)

BRITE
EURAM
III

Há vários tamanhos de bocal disponíveis.

Deve ser escolhido de acordo com a aplicação:

maior diâmetro do bocal quando se usa elevada corrente de soldagem ou quando a poça de solda é grande.

menor diâmetro para baixa corrente de soldagem.

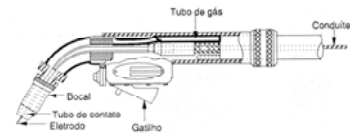
É necessário que o bocal seja limpo em intervalos regulares, removendo os respingos que aderem em sua superfície interna.

O gatilho de acionamento

Aciona um contato ligado a fonte de energia.

Energiza o circuito de soldagem.

Aciona o alimentador de arame e uma válvula solenóide, que comanda o fluxo de gás protetor para a tocha.



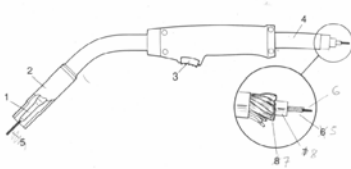
O cabo da tocha

Conecta a tocha ao alimentador de arame.

Composto de um invólucro externo de borracha flexível e isolante.

Interior contém: um **conduíte flexível** (5) que conduz o **arame** (6); o **cabo de energia** (7) para conduzir a corrente de soldagem até a tocha; uma **mangueira** (8) que conduz o gás de proteção.

Tochas refrigeradas a água normalmente há um **outro tubo** para conduzir o líquido r



Fonte de Suprimento de Gás

O gás de proteção pode ser fornecido:

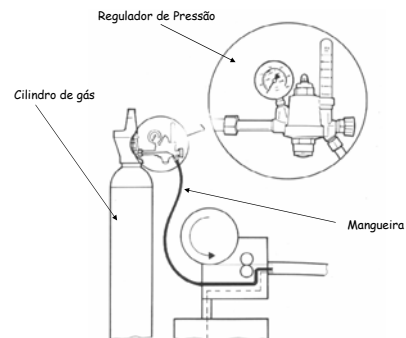
- Através de cilindros,
- Uma instalação central de gás.
- Tanque para gás líquido.

Das últimas: requer sistema de distribuição do gás, que mantém o gás disponível na fábrica através de várias saídas, sendo normalmente usadas em empresas de médio e grande porte com muitos postos de soldagem.

Apesar de investimento inicial maior, proporcionam as vantagens:

- *Eliminação de cilindros no interior das oficinas.
- *Ganho de espaço.
- *Melhor aproveitamento do conteúdo dos cilindros.
- *Funcionamento contínuo sem risco de interrupção da alimentação de gás durante a soldagem.
- *Ganho de tempo devido a evitar paradas na soldagem para troca de cilindros.
- *Aumento da segurança.

Fonte de Suprimento de Gás - Cilindros



Fonte de Suprimento de Gás - Cilindros

• Colocado próximo ao posto de trabalho.

• Conectado à unidade de alimentação de arame por meio de uma mangueira.

• Um regulador de pressão é adaptado ao cilindro e permite controlar uma vazão de gás constante.

• Regulador de pressão é projetado para cada tipo de gás. Devido aos gases apresentarem diferentes densidades, um mesmo regulador numa certa regulagem apresentaria diferentes vazões para gases de diferentes densidades.

• Verifique se o regulador é adequado ao gás sendo usado.

• A regulagem da vazão de gás é expressa em litros por minuto (l/min).

Fonte de Suprimento de Gás - Cilindros



Controle de Soldagem

A função principal do controle de soldagem é regular a velocidade de alimentação do arame.

- Aumento da corrente de soldagem ⇒ Aumento da velocidade de alimentação de arame.
- A redução da corrente de soldagem resulta em uma redução da taxa de alimentação.

BRITE
EURANI
III