

O PROCESSO DE SOLDAGEM PLASMA-MIG

André Alves de Resende

Universidade federal de Uberlândia, Av. João Naves de Ávila, 2160 - Campus Santa Mônica - Bloco 1M - Uberlândia/MG CEP: 38400-902
aaresende@gmail.com

Valtair Antônio Ferraresi

valtairf@mecanica.ufu.br

Resumo: O processo Plasma-MIG consiste basicamente na combinação dos processos Plasma e MIG/MAG em uma única tocha. Com essa associação, se consegue unir as vantagens de cada processo individualmente. O principal benefício consiste na independência entre o aporte de energia imposto pelo processo e o material adicionado, resultando em uma maior facilidade de se atuar sobre a geometria do cordão de solda. Nos últimos anos, com a difusão de novas fontes eletrônicas, que possibilitam maior controle sobre o processo, foi retomado o interesse pelo processo Plasma-MIG. Neste contexto, o LAPROSOLDA/UFU está iniciando suas pesquisas sobre o processo que está se apresentando como uma alternativa viável para a indústria.

Palavras-chave: Plasma MIG, “Soft Start”, híbrido.

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, com os avanços de novas tecnologias disponíveis para o desenvolvimento de processos de soldagem e a procura por processos com maior capacidade de produção e produtividade, surgiram os chamados “Processos Híbridos de Soldagem”. Trata-se da associação física de dois processos, como o MIG-Laser, TIG-Laser, Plasma-Laser, TIG-MIG, Plasma-MIG, dentre outros, com o intuito de aproveitar as características mais atrativas de cada processo individualmente. Com este trabalho, pretende-se explorar (em forma de revisão bibliográfica) as características e potencialidades do processo Plasma-MIG.

Este trabalho tem por objetivo principal apresentar o conhecimento já existente sobre o processo de soldagem híbrido Plasma-MIG e suas potencialidades.

O desenvolvimento do processo híbrido de soldagem Plasma-MIG oferece a possibilidade de uniões e revestimentos com elevadas velocidades de soldagem, isto é, elevada produtividade. Entretanto, ainda não existem conhecimentos científicos consolidados a respeito de algumas propriedades fundamentais do processo, como um estudo mais detalhado sobre os modos de transferência metálica, contribuição das correntes Plasma e MIG sobre o consumo do eletrodo, transferência metálica e acendimento do arco.

2. HISTÓRICO

A primeira patente para o processo de soldagem Plasma-MIG foi registrada no ano de 1958 e, em 1971, ele foi reavaliada e aperfeiçoada (Mattles et al, 2006), contudo, não ocupou um lugar significativo entre os processos de soldagem mais utilizados pela indústria, possivelmente devido a sua complexidade para a época (Cunha et al, 2006). Na Figura 1, mostra o esquema de uma das primeiras patentes de tochas Plasma-MIG registrada por Essers em 1980, mas como citado por Oliveira (2006) esta configuração não é muito operacional, motivo pelo qual o processo ficou esquecido por algum tempo.

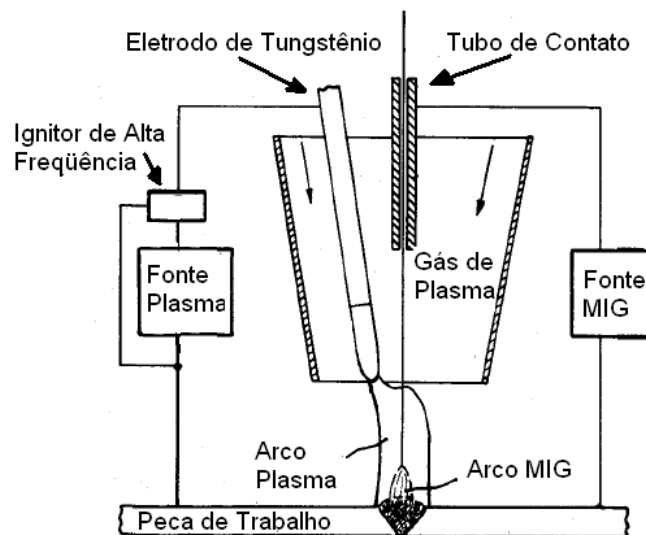


Figura 1 - Esquema de um equipamento para soldagem Plasma-MIG usada em pesquisas na década de 1970 (Adaptada de: Essers, 1980).

Nos últimos anos, com a crescente demanda da indústria por processos de soldagem capazes de realizar operações cada vez mais especializadas e de alto rendimento e produtividade, o processo Plasma-MIG ressurgiu como uma atraente alternativa (Cunha et al, 2006).

3. FUNDAMENTOS DO PROCESSO

O Processo de Soldagem Plasma-MIG pode ser definido como a combinação dos processos a Plasma e MIG/MAG em uma única tocha, onde o metal de adição é alimentado pelo orifício do bocal plasma. O processo pode ser usado tanto para soldagem quanto para revestimento (Harris, 1994). Ele une as vantagens de alta produtividade dos processos de soldagem a arco aos menores custos dos equipamentos, proporcionados pelas possibilidades de combinação entre as fontes de corrente comercialmente disponíveis para a soldagem a Plasma e MIG/MAG (Mattles & Kohler, 2006).

No processo MIG/MAG e nos outros processos baseados em eletrodos consumíveis, a corrente de soldagem, a taxa de alimentação de metal de adição e o comprimento do eletrodo estão estreitamente interligados. Este fato traduz a forte dependência existente entre o aporte de energia e o aporte de material dos processos que trabalham com eletrodos consumíveis. Uma das principais consequências desta dependência é a dificuldade em se atuar na geometria do cordão de solda (Oliveira, 2006), já no processo Plasma-MIG, o controle independente do arco Plasma e da corrente que flui através do arame, permite melhor controle sobre o metal depositado, melhorando a produtividade, e dando flexibilidade no controle do calor que é transferido a peça (Harris, 1994).

3.1. Princípios de Operação

A característica fundamental do processo Plasma-MIG é que o arame eletrodo e seu respectivo arco (parte MIG do processo) são envolvidos por um gás termicamente ionizado (parte Plasma do processo), formando um arco híbrido. Isto é bastante diferente do processo MIG convencional, no qual o gás a temperatura ambiente é alimentado ao redor do arame e do arco.

Na sua concepção original, o eletrodo de tungstênio responsável pela geração do arco Plasma, era localizado ao lado do bico de contato MIG, como ilustrado no esquema da Figura 1, nesta configuração, o bocal da tocha, posicionado entre o eletrodo não consumível e a peça, era o responsável por estabilizar o plasma, e qualquer distúrbio podia desestabilizar a coluna de Plasma (Essers et al, 1981).

Foi então proposto por Essers et al (1981), um novo projeto de tocha, no qual o eletrodo pontiagudo de tungstênio foi substituído por um eletrodo anular de cobre com insertos de carbono. Esta configuração confere uma maior rigidez à coluna de plasma e continua sendo utilizada atualmente. Na Figura 2 temos um desenho esquemático de uma tocha para soldagem Plasma-MIG, com destaque para os componentes principais, e na Figura 3, uma tocha comercial para o processo Plasma-MIG de fabricação da TBi.

Com este tipo de eletrodo, o gás de plasma não precisa ser totalmente inerte e se pode usar a polaridade positiva, que garante maior estabilidade na porção MIG/MAG do processo. Naturalmente o bocal constritor de plasma passa a ter um orifício maior do que do processo convencional, para permitir a passagem, também de forma concêntrica, do arame.

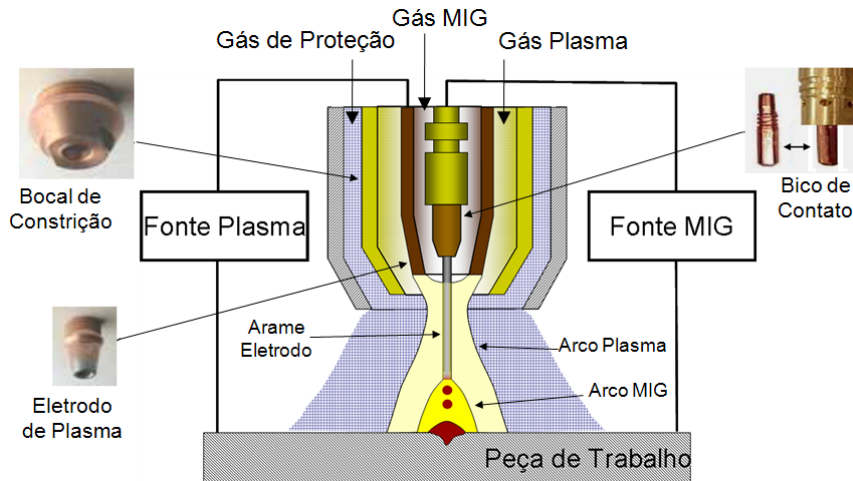


Figura 2 – Desenho esquemático de uma tocha para soldagem Plasma-MIG, com destaque para os componentes principais (Adaptado de Oliveira, 2006).

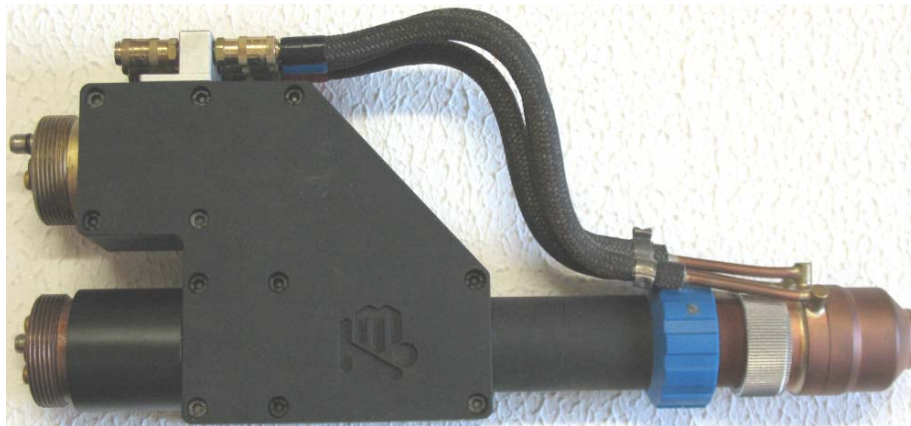


Figura 3 – Exemplo de uma tocha comercial para o processo Plasma-MIG de fabricação da TBi.

3.2. Acendimento do Arco Plasma

Nos processos de soldagem a arco elétrico, a abertura do arco pode ser conseguida de forma artificial, basicamente de três maneiras: alto diferencial de tensão, alta frequência ou curto circuito (elevado aquecimento).

Como descrito por Essers et al (1981), em sua versão original, o equipamento para o processo de soldagem Plasma-MIG iniciava o arco com o auxílio de uma descarga elétrica de alta frequência, no entanto essa forma de ignição possui alguns inconvenientes, como:

- A tocha tem que ser construída de tal maneira que a descarga de alta frequência não atinja partes vitais da tocha;

- O sinal de alta frequência pode prejudicar o funcionamento de computadores, e sinais de controle podem ser influenciados.

Outra opção é acender primeiramente o arco MIG por curto circuito. O arame é avançando em direção a peça, uma corrente passa através do mesmo e aquece-o por efeito joule até que fique incandescente. Neste momento, elétrons são emitidos liberando energia térmica que promove a ionização do gás que protege o eletrodo, quando o arame funde em um ponto entre a peça e o bico de contato já existem condições para a formação e manutenção do arco elétrico e então o processo é iniciado.

No entanto, Essers et al (1981) cita que a abertura por curto circuito gera uma apreciável quantidade de respingos (Figura 4), e se o processo é iniciado da mesma maneira que o MIG/MAG, os respingos podem alcançar partes vitais da tocha, danificando a mesma. Por causa do calor do plasma, qualquer respingo em contato com o eletrodo de plasma pode-se fundir com o cobre do eletrodo. Se isto acontecer, podem ocorrer efeitos adversos na estabilidade do plasma e nos efeitos de limpeza da peça.

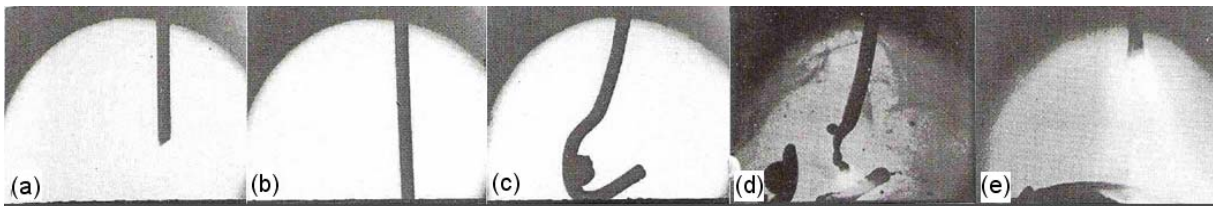


Figura 4 – Fotografias de alta velocidade do acendimento do arco no processo Plasma-MIG por

Curto Circuito. (a) arame movendo-se em direção a peça; (b) Curto-Circuito; (c) Arame-se dobrando e início da fusão; (d) Acendimento do arco MIG; (e) Acendimento do arco Plasma. Essers et al (1981).

Tendo em vista as dificuldades apresentadas anteriormente, no início da década de 80 foi proposto por Essers et al (1981), um novo método de acendimento do arco, chamado “soft start”. Nesta forma de acendimento do arco, o arame-eletrodo é utilizado para gerar um arco de baixa intensidade, através do qual ocorre a formação do arco plasma (Oliveira, 2006). Tal procedimento ocorre basicamente em seis etapas, a saber:

Etapa 1: As duas fontes apresentam tensão em vazio e o arame-eletrodo da porção MIG/MAG do processo é alimentado em direção à peça.

Etapa 2: Ao toque do arame na peça, o movimento do mesmo é interrompido e a fonte gera um arco de baixa intensidade de corrente (em torno de 20 A), sem fusão considerável do arame.

Etapa 3: O alimentador do arame inverte a rotação e o arame retrocede em direção à tocha de soldagem, trazendo progressivamente o arco para dentro da tocha, atingido as proximidades do eletrodo do Plasma.

Etapa 4: Como a fonte Plasma já possui tensão em vazio, ocorre o acendimento imediato do arco-plasma, devido à atmosfera ionizada pelo arco MIG/MAG de baixa potência.

Etapa 5: Após o acendimento do arco-plasma, o arco MIG/MAG é extinto (corte de energia) com o objetivo de impedir a transferência metálica e de proporcionar um pré-aquecimento no início da junta somente com a energia do arco-plasma.

Etapa 6: O arame volta a se deslocar em direção à peça de trabalho e, como a fonte MIG/MAG apresenta novamente tensão em vazio e o meio está ionizado pelo arco-plasma, ocorre o re-acendimento espontâneo do arco MIG/MAG, sem necessidade de curto-circuito (isso garante um início de cordão de solda livre de respingos), mas já com a corrente regulada para a operação de soldagem.

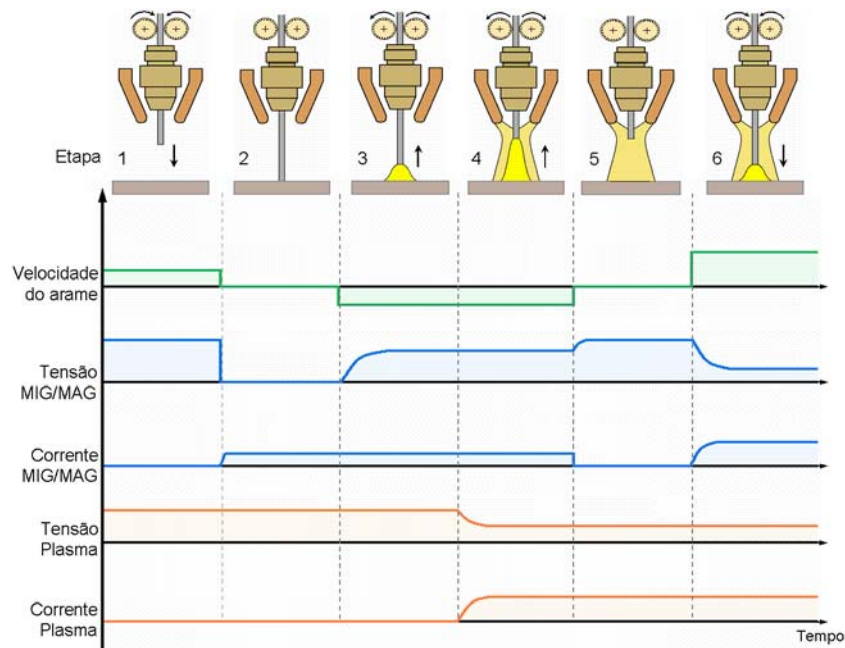


Figura 5: Esquema de funcionamento do “Soft Start”, (Adaptado de Oliveira, 2006).

Em seus trabalhos, Oliveira (2006) obteve ótimos resultados com o sistema “Start Soft” na soldagem do alumínio, proporcionando uma abertura sem instabilidades ou respingo. Entretanto, na soldagem com aço carbono, observou que imediatamente após o curto circuito, o arame adere à peça, e algumas vezes não retornou em direção ao bico de contato, o que causa a extinção do arco de baixa potencia.

Foi proposta então, a utilização de dois níveis de corrente durante a abertura. O primeiro nível com correntes na ordem de 10 A foi utilizado durante o tempo de contato arame/peça (Etapa 2 – Figura 5). Assim que o arame começa a ser retrocedido e a fonte detecta que o contato foi rompido, um segundo nível de corrente da ordem de 30 A é imposto (Etapa 3 – Figura 5). Desta forma não ocorre fusão da ponta do arame durante o contato com a peça e é garantida a manutenção da estabilidade do arco piloto durante a fase de retrocesso.

3.4. Vantagens e Aplicações Industriais do Processo Plasma-MIG

O processo Plasma-MIG agrega características únicas como a capacidade de preaquecimento sem a deposição de material, inexistência de defeitos de soldagem, além de maiores velocidades de soldagem, possibilitando uma maior produtividade (Cunha et al, 2006).

O processo Plasma-MIG pode então oferecer benefícios em relação ao processo MIG convencional como:

- Maiores Velocidades de Soldagem (Dykhno & Davis, 2006);
- Peças com menos distorções, por causa de uma menor Zona Afetada pelo Calor (ZAC) (Dykhno & Davis, 2006);
- Soldas limpas com menos respingos (Dykhno & Davis, 2006);
- Cordões de solda com maiores penetrações (Dykhno & Davis, 2006);
- Utilização em robôs industriais de soldagem, que possibilitam operações em altas velocidades em peças de geometria relativamente complexa (Oliveira, 2006);

4. COMENTÁRIOS FINAIS

O desenvolvimento deste trabalho no LAPROSOLDA terá como partida o trabalhos de Oliveira (2006). Um grande avanço em relação a este trabalho será a utilização da técnica “Perfilografica” para visualização em alta velocidade dos fenômenos que ocorrem no arco Plasma MIG, principalmente com relação a abertura do arco e transferência metálica.

Através deste estudo, pretende-se contribuir para o desenvolvimento do processo, nesse sentido, estão sendo adquiridos novos equipamentos que somados à infra-estrutura já presente no LAPROSOLDA (robô e equipamento de filmagem), iniciar os estudos com o intuito de desenvolver novos conhecimentos sobre o processo, e dentro de pouco tempo, aplicar o processo também nas indústrias brasileiras.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pela bolsa de estudos, a FEMEC/UFU pela oportunidade de realização do mestrado e ao LAPROSOLDA/UFU pelo infra-estrutura oferecida.

4. REFERÊNCIAS

- Cunha, T. V.; Dutra, J. C.; Gonçalves e Silva, R. H.; Gohr Júnior, R. “Processo Plasma-MIG – Contribuição do Arco Plasma na Capacidade de Fusão do Arame”. XXXII CONSOLDA, Belo Horizonte, 2006
- Dykhno, I. & Davis, R. “Joining GMAW and GTAW – Hybrid welding takes on a whole new meaning with new technology developments” The FABRICATOR, 2006. Disponível em: <http://www.thefabricator.com/Printer_Friendly_Article.cfm?ID=1492> Acesso em: 07 julho 2007.
- Essers, W.G., “Method of and Device for Plasma MIG Welding”. United States Patent 4,233,489 Nov. 1980.
- Essers, W.G., Willems, G.A.M., Buelens, J.J.C. & van Gompel M.R.M. “Plasma-MIG Welding – a new torch and arc starting method” Metal Construction, January, 1981.
- Matthes, K.J.; Kohler, T., “Estudo Analisa Efeitos Elétricos e Parâmetros de Influência sobre Processo Híbrido de Soldagem a Plasma-MIG.” Revista Corte & Conformação de Metais – Outubro, 2006.
- Oliveira, M. A. “Desenvolvimento do Processo de Soldagem Híbrido Plasma-Mig Para Operações de Soldagem e Brasagem” Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC. 2006.
- Welding Solutions Inc. (WSI), 2007, “Super-MIG Applications” Disponível em: <<http://www.weldingsolutionsinc.com/applications.html> > Acesso em: Julho de 2007.

THE PLASMA MIG WELDING PROCESS

André Alves de Resende

Federal University of Uberlândia, Av. João Naves de Ávila, 2160 - Campus Santa Mônica - Bloco 1M -Uberlândia/MG
CEP: 38400-902
aaresende@gmail.com

Valtair Antônio Ferraresi

valtairf@mecanica.ufu.br

Abstract: *The Plasma-MIG process is basically a combination of Plasma and MIG/MAG processes in a single torch. With this combination, is possible unite the advantages of each one individually. The main benefit are the independence between the energy imposed by the process and added material, resulting in an increased facility to act on the geometry of the weld bead. In recent years, with the spread of new electronics power sources, which allow greater control over the process, has resumed interest in the Plasma-MIG process. In this contest, the LAPROSOLDA/UFU is starting its research on the process that is presenting as a viable alternative for the industry.*

Keywords: *Plasma MIG, “Soft Start”, hybrid.*