

INFLUÊNCIA DOS PARÂMETROS DO PROCESSO MIG PULSADO NA GEOMETRIA DA SOLDA ATRAVÉS DA APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DE SUPERFÍCIE DE RESPOSTAS

R.W.Barros & S.C. da Costa

Departamento de Engenharia Mecânica, Escola Federal de Engenharia de Itajubá, Av. BPS, 1303, Pinheirinho, Itajubá – MG, CEP: 37500-000.

Palavras Chaves: Soldagem, MIG pulsado, Projeto e Análise de Experimentos.

RESUMO

O processo de soldagem MIG é dos mais importantes processos de união devido, principalmente, as suas características de alta produtividade associada a uma excelente qualidade da solda. Mais recentemente, a soldagem MIG pulsada tem possibilitado grandes evoluções na técnica de soldagem. O uso da corrente pulsada permite a soldagem com transferência sem curto-circuito fora da posição plana e a união de materiais de menor espessura.

O modo pulsado é hoje, alvo de profundas investigações por parte da comunidade científica, devido às vantagens apresentadas por este em relação ao processo MIG convencional. Autores como Kim & Eagar (1993), Dutra (1996) e Trevisan (1998) relatam que, através do fornecimento de um fluxo de corrente de alta intensidade, com ondas intermitentes, é possível obter a transferência por *spray* durante os pulsos de alta corrente enquanto se mantém um nível de corrente média abaixo da corrente normal de transição. Desta maneira é possível a obtenção dos efeitos desejáveis do modo *spray* com baixos níveis de calor, característica normalmente associadas à transferência por curto-circuito, obtendo, ainda, baixa produção de respingos e maior estabilidade do arco, além de um controle preciso dos parâmetros operacionais. A despeito de suas vantagens, a seleção correta das grandezas envolvidas no processo é de fundamental importância para que os objetivos da utilização da corrente pulsada sejam atingidos. Tal tarefa, porém, tem sido uma das principais razões para a falta de popularidade da soldagem MIG/MAG pulsada na indústria (Dutra, 1996).

Com a introdução do modo pulsado, novos parâmetros foram adicionados ao processo MIG. Pode-se observar na **Figura 1** que a corrente pulsada é uma onda periódica, onde uma corrente de base (*I_b*) se alterna com uma corrente de pico (*I_p*), com seus respectivos tempos de duração (*t_b*) e (*t_p*). Essas grandezas são denominadas de *parâmetros de pulso*. Entre os parâmetros derivados do pulso destacam-se a corrente média (*I_m*) e o ciclo ativo (*CA*). A forma de regulagem dos parâmetros de pulso podem assumir inúmeras alternativas; como consequência, o cordão de solda adquire diferentes formatos, adequados ou não.

A corrente média, **Equação 1**, tem a característica, na transferência pulsada, de apresentar baixos níveis de intensidade sendo, desta forma, possível de utilizar o processo para a soldagem de chapas finas.

$$I_m = (I_p \cdot t_p + I_b \cdot t_b) / (t_p + t_b) \quad (1)$$

O ciclo ativo, definido pela **Equação (2)**, reflete a relação entre o tempo de deposição *t_p* e o tempo total de soldagem, sendo normalmente utilizado em substituição aos tempos de pico e de base em alguns experimentos abordados na literatura, devido à maior facilidade de regulagem dos parâmetros.

$$CA = [t_p / (t_p + t_b)] \times 100(\%) \quad (2)$$

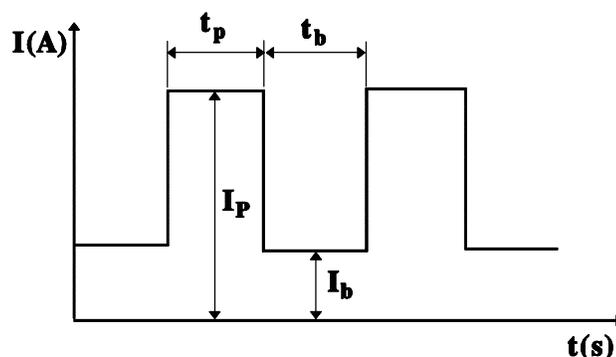


Figura 1 - Esquema de uma onda pulsada e seus componentes.

Em função do exposto e para uma melhor utilização do processo MIG pulsado, decidiu-se neste trabalho estudar, o efeito dos parâmetros de pulso num tipo de transferência tipicamente por *spray* sobre a penetração e o índice de convexidade do cordão representado pela relação entre o reforço e a largura do cordão de solda. Como forma de análise utilizou-se a ferramenta o Projeto e Análise de Experimentos, em especial, a metodologia de superfícies de resposta (RSM) uma técnica de otimização baseada no emprego de planejamentos fatoriais. Os parâmetros de pulso analisados foram a corrente de pico, a corrente de base, o ciclo ativo e a velocidade de alimentação do arame.

Para a realização do experimento utilizou-se uma fonte transistorizada inversora digitalizada, com imposição de corrente no modo pulsado associada a um sistema guia com velocidade controlada, permitindo o deslocamento da tocha durante a realização das soldagens. A seqüência de realização dos experimentos foi delineado de acordo com metodologia descrito por Gunaraj (2000) utilizando-se a técnica estatística de análise de superfície de respostas (RSM). Os valores assumidos para os níveis basearam-se no trabalho de Ribeiro (2000). O tempo de pico foi mantido constante em 4 ms e o tempo de base oscilou entre os valores de 4 ms e 6 ms de acordo com o ciclo ativo (CA) pretendido e determinado de acordo com **Equação 1**. A **Tabela 1** apresenta os parâmetros de controle do processo bem como os seus níveis correspondentes. As soldagens foram realizadas em CC+, utilizando arame ER 70S-6, diâmetro 1,2 mm, proteção gasosa de Argônio puro com vazão de 15 l/min, e velocidade de soldagem de 40 cm/min. O material de base foi o aço ABNT 1045, com dimensões de 120x40x6 mm, sendo a distância tocha-peça de 17.5 mm e recuo do bico de contato de 5 mm.

Tabela 1 – Parâmetros de controle do processo e seus níveis

Parâmetros de soldagem	Unidade	Níveis				
		-2	-1	0	+1	+2
Corrente de Pico (I_p)	Amps	245	280	315	350	385
Corrente de base (I_b)	Amps	55	70	85	100	115
Ciclo Ativo (Ca)	%	35	40	45	50	55
Veloc. Alimentação (va)	m/min.	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5

Após realizados os ensaios, os corpos de prova foram seccionados e preparados. Com o auxílio de um projetor de perfil, registrou-se a penetração (p), a largura (b) e o reforço do cordão

(r). De posse destes resultados determinou-se o índice de convexidade (IC) através da seguinte relação:

$$IC = r/b * 100 (\%) \quad (3)$$

De posse dos resultados, e utilizando o software Minitab determinou-se a influência dos parâmetros no índice de convexidade (**Figura 2**) e penetração (**Figura 3**). Como orientação, procurou-se estabelecer padrões de qualidade aceitáveis onde penetrações máximas com níveis de corrente média mínimos e índices de convexidade próximos de 30% foram considerados adequados. Através de análises estatísticas detecta-se a significância da interação entre corrente de pico e velocidade de alimentação do arame para a convexidade do cordão e do parâmetro ciclo ativo para a penetração do cordão.

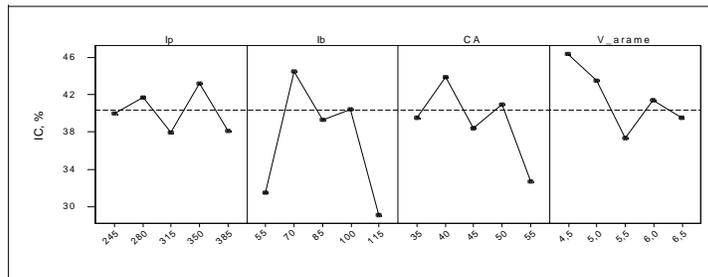


Figura 2: Influência dos parâmetros de pulso no índice de convexidade do cordão de solda.

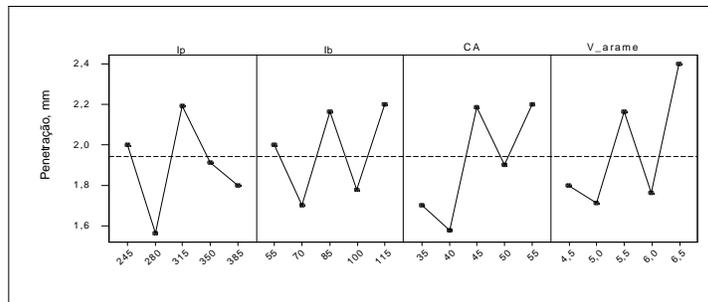


Figura 3: Influência dos parâmetros de pulso na penetração do cordão de solda.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Dutra, J.C., 1996, Manual da fonte de soldagem Inversal 450. UFSC.
- Gunaraj, B.Y.V. & Murugan, N. – “Prediction and Optimization of Weld Bead Volume for the Submerged Arc Process”, *Welding Journal*, pp. 286s-294s, 2000.
- Kim, S. & Eagar, W., 1993, Metal transfer in pulsed current gas metal arc welding, *Welding Journal*, July, pp.379-387.
- Trevisan, J. H. et. al., 1998, The advantages of GMAW-P, *Welding Journal*, March, pp.365-368.
- Ribeiro, G. – “Influência dos parâmetros de pulso do processo MIG na qualidade e produtividade da solda”. Dissertação de mestrado. EFEI, 2002.