



De 21/10/2015 a 23/10/2015

DESENVOLVIMENTO DE UM DISPOSITIVO PARA SOLDAGEM CAPACITIVA

Mauri Rafael Beck, mb000847@fahor.com.br¹ Augusto Marcel Garbrecht, ag001712@fahor.com.br¹ Jean Cláudio Radünz, jr001083@fahor.com.br¹ Richard Thomas Lermen, richard@fahor.com.br¹

¹FAHOR - Avenida dos Ipês, 565 - Horizontina - RS - CEP: 98.920-000 - Brasil

RESUMO

O processo de soldagem por descarga capacitiva caracteriza-se por realizar a fusão entre dois componentes através da aplicação de uma descarga elétrica no ponto de união. O objetivo deste trabalho é fabricar um dispositivo para realização de soldagem por descarga capacitiva. O equipamento é composto por um banco de capacitores, responsável pelo armazenamento e descarga da energia, e por um dispositivo de forjamento, onde os componentes a serem soldados são fixados durante a soldagem. Após a fabricação foram realizados testes experimentais de soldagem com pinos de 3,2 mm de diâmetro sobre chapas de 6,0 mm de espessura, sendo ambos de aço com baixo teor de carbono. As amostras soldadas foram submetidas a testes de destacamento manual de modo a verificar a qualidade da solda gerada. Após os testes se concluiu que o dispositivo é versátil e realiza soldagens rápidas e com boa qualidade.

Palavras-chave: Dispositivo, Soldagem, Descarga Capacitiva.

ABSTRACT

The capacitive discharge welding main characteristic is that it makes possible to weld two components by applying an electric discharge in the point where both components need to be welded. The process produces welding with high quality in a quick and flexible process. The purpose of this work is to build a capacitive discharge welding equipment. The equipment is composed by a capacitor bank, responsible for storing and discharging the energy, and a forging device, where the components to be welded are fixed. After finishing the welding system, experimental tests were performed by welding pins with 3.2mm of diameter to steel sheets with a thickness of 6.0 mm. The samples were submitted to a manual pull test in order to verify the weld's quality. After testing it was concluded that the device is versatile and performs fast and good quality welding.

Keywords: Equipment, Welding, Capacitive discharge.

INTRODUÇÃO

A soldagem capacitiva pertence ao grupo das soldas por resistência, pois, no momento

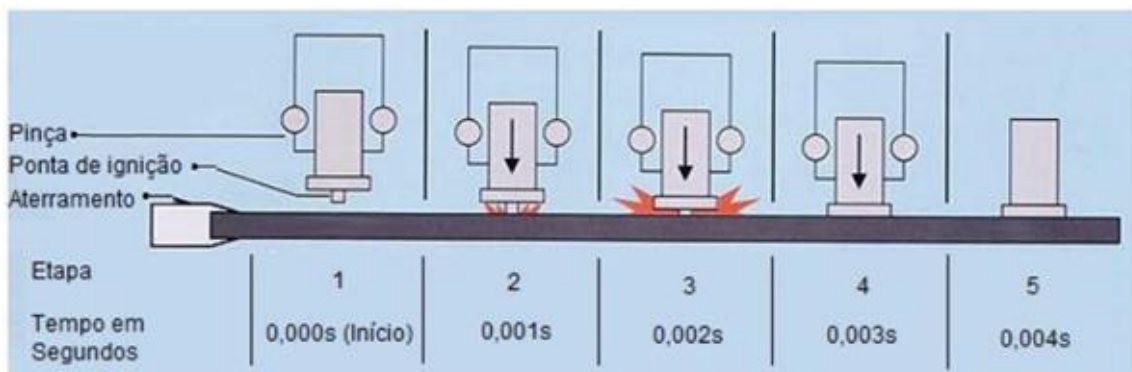
da descarga capacitiva, uma resistência à passagem de corrente é formada no local. Devido à natureza do material dos componentes a serem fundidos não se faz necessário o uso de material adicional para gerar a união, diferindo-se, portanto, do processo de soldagem por arco elétrico (ENTRON, 1998).

Os processos normais de soldagem recebem energia diretamente de uma fonte externa de eletricidade. Uma característica do processo de soldagem capacitiva é que a energia necessária para a união dos metais é armazenada num banco de capacitores, para posteriormente ser descarregada com intensidade máxima e de forma instantânea, sendo recarregada nos intervalos entre cada soldagem (FUSION SOLUTIONS, 2001).

O processo também é caracterizado pela elevada velocidade, pois em menos de 10 milissegundos ocorre a fusão do material. Para efetivação da soldagem em tempo reduzido há a necessidade de rápido aquecimento e resfriamento do material nas faces de união (FUSION SOLUTIONS, 2001).

O processo de soldagem é dividido em cinco etapas, conforme mostrado na Fig. 1.

Figura 1. Etapas do processo de soldagem capacitiva (KEYSTONE, 2014).



Ainda segundo os autores, as etapas podem ser descritas como:

1. O componente é posicionado próximo ao material base. O polo positivo é conectado ao componente a ser soldado e o polo negativo ao material base;
2. O gatilho da pistola é pressionado e, quando o pino entra em contato com o material base, um arco elétrico é formado;
3. O pino continua pressionado contra o material e as duas superfícies começam a se fundir devido à elevada intensidade de corrente elétrica formada no local;

4. O pino continua pressionado até o arco ser extinto e o material fundido se solidificar;
5. Após 0,004 segundos o processo está finalizado.

Dentre os diversos tipos de capacitores, segundo Halliday, Resnick e Krane (1996), os capacitores eletrolíticos se destacam, pois compreendem uma faixa de 4 μF até milhares de microFarads, com tensão limite em torno de 500 V.

O objetivo deste artigo é realizar a união de um pino sobreposto a uma chapa plana de baixo teor de carbono através da técnica de soldagem capacitiva, de forma a analisar os efeitos dos parâmetros de descarga capacitiva sobre a seção transversal do conjunto soldado e a qualidade visual da soldagem.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Os componentes utilizados na fabricação do dispositivo foram: chapas de aço, acrílico e madeira, barras cilíndricas de aço, porcas, parafusos e molas. Os componentes eletrônicos foram: capacitores retificadores de onda, chaves liga/desliga, disjuntores, fios elétricos e flecha para interruptor de luz. O equipamento é dividido em duas unidades principais: banco de capacitores e dispositivo de forjamento.

2.1. Banco de capacitores

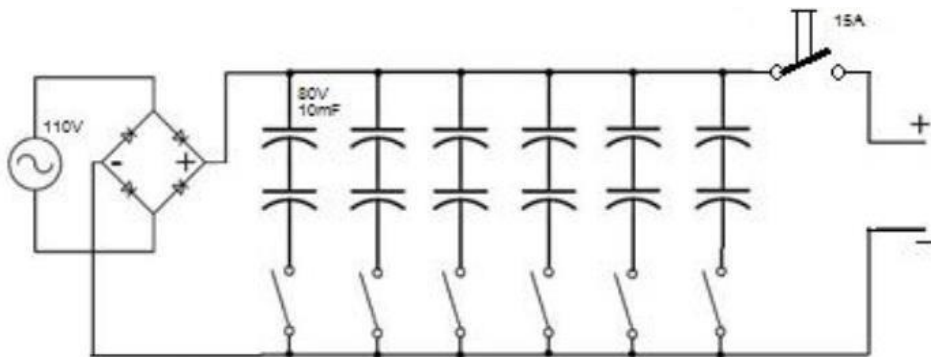
Foram utilizados capacitores eletrolíticos, pois operam com tensões mais elevadas e possuem valores de capacitância maiores. A partir da análise de catálogos de fornecedores de componentes elétricos, o capacitor com maior relação entre tensão de operação e capacitância foi o capacitor com tensão de 80 V e capacitância de 10 mF.

Foi utilizada uma fonte com tensão de operação de 110 V. Para não gerar sobrecarga dos componentes, dois capacitores foram ligados em série, de modo que a tensão em cada componente assumiu o valor de 55 V. Para permitir a configuração do dispositivo foram feitas seis ligações de capacitores em paralelo, gerando um total de 12 capacitores no equipamento. Com isso, tornou-se possível operar o dispositivo de soldagem com capacitâncias de 5 mF, 10 mF, 15 mF, 20 mF, 25 mF e 30 mF. Para seleção da

capacitância, seis chaves liga/desliga foram instaladas em cada linha de capacitores. A ligação entre os capacitores foi realizada através de um fio de cobre de 2,0 mm de diâmetro.

Para alimentar o banco de capacitores foi instalado um retificador de corrente elétrica, que transforma as ondas de corrente alternada da fonte em corrente contínua. Além disso, foi instalado um disjuntor de 15 A na saída do cabo positivo do banco de capacitores. Esse disjuntor tem a função de desativar o sistema após liberação da descarga capacitiva, extinguindo o arco elétrico. O circuito elétrico está representado na Fig. 2.

Figura 2. Circuito elétrico do banco de capacitores.



Uma caixa de aço com dimensões 350 x 200 x 150 mm foi utilizada para armazenamento dos capacitores. Dentro da caixa foram instalados os capacitores, o retificador de onda e o disjuntor. A caixa com o circuito elétrico aparece na Fig. 3.

Figura 3. Interior da caixa de armazenamento dos componentes elétricos.

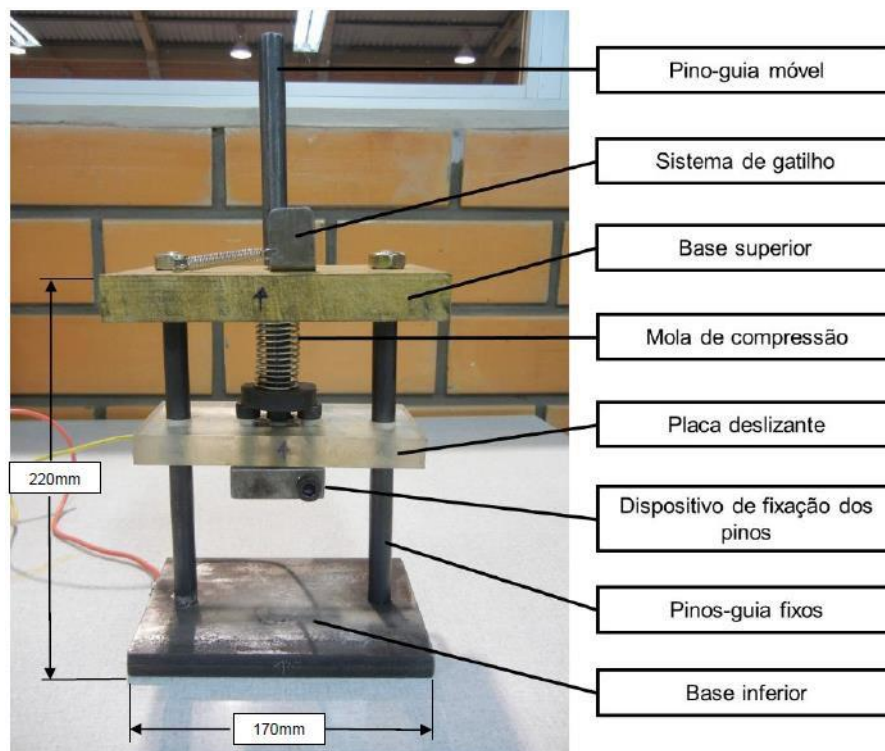


2.2. Dispositivo de forjamento

O sistema de forjamento fabricado é composto por dois pinos-guia de aço, fixados em duas bases. A base inferior e os pinos-guia foram fabricados de aço SAE 1020, enquanto que a base superior foi fabricada em madeira. A madeira foi escolhida por ser um material isolante, o que garante que a descarga capacitiva não irá atingir o operador que aciona o gatilho do dispositivo durante a soldagem.

Sobre os pinos-guia movimenta-se uma placa deslizante. Por entrar em contato com os demais componentes do dispositivo durante seu movimento, esta placa foi fabricada em náilon, que é um material não condutor. O dispositivo de forjamento aparece na Fig. 4.

Figura 4. Dispositivo de forjamento.



3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A apresentação dos resultados divide-se em três partes. A primeira trata do funcionamento do dispositivo de soldagem. A segunda parte traz os custos de fabricação do dispositivo. A última relata a análise das amostras soldadas.

3.1. Funcionamento do dispositivo de soldagem

O carregamento dos capacitores é realizado ao se ligar a fonte de alimentação de 110 V. A energia liberada durante a descarga é controlada pelo acionamento das chaves liga/desliga situadas na parte frontal do banco de capacitores, conforme Fig. 5.

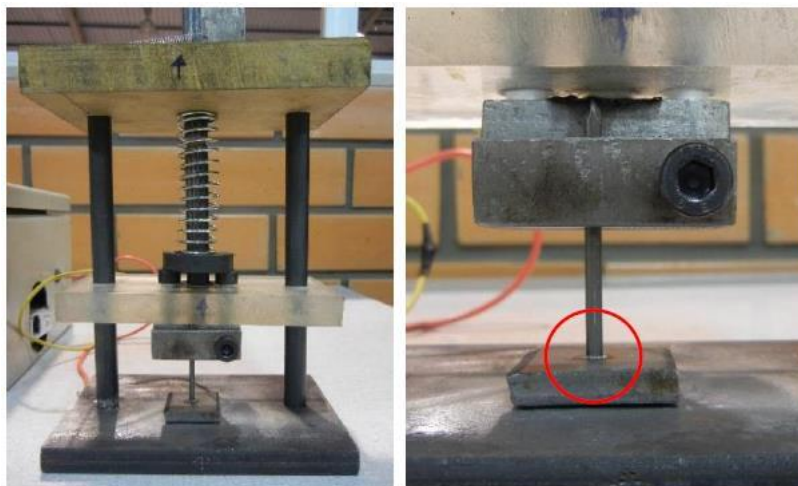
Figura 5. Chaves liga/desliga na parte frontal do banco de capacitores.



Ligando-se apenas uma das chaves tem-se uma capacitância de 5 mF, somando-se uma capacitância de 5 mF a cada chave ligada em conjunto. Após a escolha da energia de soldagem, torna-se necessário fixar os componentes a serem soldados no dispositivo de forjamento.

A finalidade do dispositivo de forjamento é proporcionar a fixação adequada dos componentes a serem soldados, bem como realizar a descarga capacitiva e, conseqüentemente, a soldagem. A soldagem é realizada quando a placa deslizante é impulsionada pela atuação da mola, o que gera o contato entre os componentes. Após término da descarga a mola continua pressionando a placa deslizante, garantindo que ambos os componentes permaneçam em contato e a soldagem seja finalizada. A Figura 6 mostra a placa deslizante em sua posição de final de curso.

Figura 6. Dispositivo de forjamento na posição de final de curso e contato entre os componentes.



3.2. Custo de fabricação

Conforme indicado na Tab. 1, o custo total para fabricação do equipamento foi de R\$ 433,10.

Tabela 1: Valores gastos com aquisição de materiais.

Componente	Preço unitário	Quantidade	Total
Capacitor 80v/10000 μ F	R\$ 15,00	12	R\$180,00
Chave seletora liga/desliga	R\$ 8,00	6	R\$ 48,00
Disjuntor 15A	R\$ 20,00	1	R\$ 20,00
Retificador de onda	R\$ 26,00	1	R\$ 26,00
Transformador 220v/110v	R\$ 100,00	1	R\$100,00
Mola de compressão	R\$ 5,00	1	R\$ 5,00
Mola de tração	R\$ 2,00	1	R\$ 2,00
Parafusos M8x25	R\$ 0,50	3	R\$ 1,50
Porcas M8	R\$ 0,30	2	R\$ 0,60
Barra aço 1/2" x 1m*	R\$ 10,00	1	R\$ 10,00
Chapa aço 200x100x6mm*	R\$ 15,00	1	R\$ 15,00
Chapa Acrílico 180x80x10*	R\$ 20,00	1	R\$ 20,00
Chapa Madeira MDF 200x100x15mm*	R\$ 5,00	1	R\$ 5,00
Total			R\$433,10

3.3. Análise das amostras soldadas

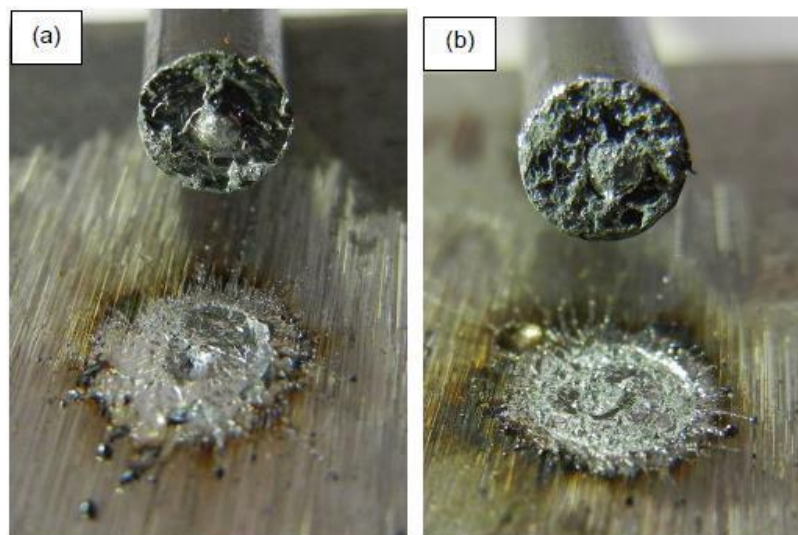
As amostras foram submetidas a um ensaio qualitativo de destacamento manual do pino soldado sobre a chapa. O teste consistiu-se em fixar a chapa numa morsa e, utilizando um alicate, aplicar uma força de tração no pino até que ocorresse o rompimento da solda. Os aspectos avaliados foram: força de destacamento e análise visual da região de união após rompimento da soldagem.

A análise foi iniciada com as amostras soldadas com a menor capacitância, seguindo-

se, progressivamente, para as maiores. A primeira amostra demonstrou pouca resistência ao destacamento. A partir da segunda amostra a força necessária para romper a solda aumentou progressivamente. A quinta e a sexta amostras não puderam ser arrancadas realizando-se apenas uma força normal de tração com o alicate, sendo necessário aplicar também uma força lateral.

As soldagens realizadas com a menor e a maior capacitância (5 mF e 30 mF, respectivamente) ficaram incompletas, o que é demonstrado pelas folgas entre os pinos e as chapas na Fig. 7.

Figura 7. (a) Amostra com energia de soldagem de 5 mF. (b) Amostra com energia de soldagem de 30 mF.



4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresentou o processo de construção de um dispositivo para soldagem capacitiva. O dispositivo é de fácil construção e todos os componentes podem ser facilmente adquiridos.

O equipamento construído permite a realização de soldas de qualidade e de forma rápida, demonstrando ser um equipamento versátil e que pode ser projetado para atender exigências específicas.

Pôde-se verificar que a quantidade de energia liberada pelo banco de capacitores

possui ligação direta com a qualidade da solda realizada, sendo este o fator de maior importância no ajuste do equipamento.

REFERÊNCIAS

Entron, 1998, “Resistance welding”, Disponível em:
<http://spotweldingconsultants.com/welding_basics_english.pdf>. Acesso em: 17 Mar. 2013.

Fusion Solutions, 2001, “Capacitor discharge welding technical data”,
Disponível em:
<http://www.cdfusion.com/doc/CDFS_White_Paper.PDF>. Acesso em: 17 Mar. 2013.

Halliday, D., Resnick, R., Krane, K. S, 1996, “Física 3”. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC.

RESPONSABILIDADE AUTORAL

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho.