



Copyright 2004, Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás - IBP

Este Trabalho Técnico Científico foi preparado para apresentação no 3º Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás, a ser realizado no período de 2 a 5 de outubro de 2005, em Salvador. Este Trabalho Técnico Científico foi selecionado e/ou revisado pela Comissão Científica, para apresentação no Evento. O conteúdo do Trabalho, como apresentado, não foi revisado pelo IBP. Os organizadores não irão traduzir ou corrigir os textos recebidos. O material conforme, apresentado, não necessariamente reflete as opiniões do Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás, Sócios e Representantes. É de conhecimento e aprovação do(s) autor(es) que este Trabalho será publicado nos Anais do 3º Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás

APLICAÇÃO DE UM EQUIPAMENTO NA MECANIZAÇÃO DA SOLDAGEM EM SUPERFÍCIES DE TANQUES

Billy Alceu de Abreu¹, Prof. Jair Carlos Dutra, Dr. Eng.²,
Carlos Eduardo Broering, Eng.³

Laboratório de Soldagem, LABSOLDA, Universidade Federal de Santa Catarina
CEP 88 040 900 - Florianópolis SC,

¹ billy@labsolda.ufsc.br, ² jdutra@labsolda.ufsc.br, ³ broering@labsolda.ufsc.br

Resumo – O desenvolvimento da tecnologia da soldagem no Brasil é fortemente influenciado pela escassez de disponibilidade de equipamentos para a execução das operações necessárias. Não é comum, tanto a disponibilidade de fontes de soldagem, como os periféricos necessários para a automatização. Em consequência, os resultados das pesquisas, ou estão de princípio já desatualizados ou estão atrelados a equipamentos importados.

O objetivo deste trabalho é desenvolver um equipamento e os procedimentos de soldagem que possibilitarão a mecanização dos processos de construção e reparo de superfícies de tanques e reservatórios sujeitos à ação de elementos corrosivos, seu resultado tem aplicação direta nas atividades de manutenção de plantas petroquímicas.

Este novo equipamento consiste em um dispositivo mecânico de deslocamento que é apto a movimentar-se sobre um trilho flexível, podendo ser fixado nas superfícies das peças a serem reparadas.

A soldagem automática implica, na maioria das aplicações, em um grande aumento de produtividade e qualidade em relação à soldagem manual, pois se tem um processo com repetibilidade. Outra vantagem é que o soldador é afastado da atmosfera hostil da região de solda.

O primeiro protótipo do equipamento está pronto, e tem-se como próximo passo o desenvolvimento de alguns procedimentos de soldagem.

Palavras-Chave: soldagem; mecanização; tanques; revestimento

Abstract – The development of welding technologies depends strongly on modern and adequate laboratory equipments. State-of-the-art welding machines as well as the necessary peripheral equipments for developing devices for automating tasks (or operations) are not commonly available at the same source. Especially in Brazil, where there is a quite strong dependency on imported equipments, this aspect has been the responsible for outdated results in the researches.

Facing such challenges, the main objective of this work is to develop automated equipments and new welding procedures to be used to repair tank reservoirs operating in corrosive media. The equipments are expected to be applied directly in the maintenance of petrochemical plants.

The project consists on a mechanical displacement device, able to move along a flexible rail, which can be fixed to a concave or convex surface and fitting itself to the geometry. A transversal arm gives it a second movement ability, allowing oscillatory displacements and the exact positioning of the pistol.

The first prototype of the equipment is ready. New procedures to be applied in a mechanized coating operation are being developed to be applied in the construction of new oil tanks.

Keywords: welding, mechanization, tanks, coating

1. Introdução

O desenvolvimento da tecnologia da soldagem no Brasil é fortemente influenciado pela escassez de disponibilidade de equipamentos para a execução das operações necessárias. Não é comum, tanto a disponibilidade de fontes de soldagem, como os periféricos necessários para a automatização. Em consequência, os resultados das pesquisas, já estão a princípio desatualizados, em função da precariedade de equipamentos ou estão fortemente atrelados a equipamentos importados.

As pesquisas na área da soldagem não buscam apenas o aprimoramento dos processos, mas também buscam afastar o soldador do ambiente de solda, por ser altamente agressivo. Durante a realização de uma solda o soldador fica exposto a radiação emitida pelo arco, à gases tóxicos provenientes de reações químicas no arco e aos salpicos de gotas de metal fundido a altas temperaturas. Além de estar em um ambiente altamente insalubre, o soldador ainda realiza muitas tarefas como ajustar parâmetros e variáveis de soldagem, controlar a qualidade do cordão de solda, guiar a pistola, etc. Este tipo de trabalho faz com que o soldador fique fadigado rapidamente e isto é uma das principais causas da baixa produtividade em procedimentos com solda manual.

Assim, para diminuir a interferência humana na realização das soldas, há cada vez mais uma tendência à automatização dos processos de soldagem. Este fato faz com que o operário não fique tão exposto aos efeitos nocivos à saúde e também faz com que se aumente a quantidade de material depositado por hora e conseqüentemente a produtividade.

A realização de soldas retilíneas e curvilíneas no plano com uma certa regularidade são muito importantes, tanto no aspecto estrutural, quanto no estético. Esta regularidade é difícil de ser alcançada com soldagem manual, pois o soldador, por mais experiente que seja, não consegue manter constante por um longo período, parâmetros importantes, como velocidade de soldagem, altura de arco, ângulo de ataque e posicionamento da pistola sobre a trajetória. Mesmo se conseguisse manter estes parâmetros de soldagem constantes ao longo de um cordão, outra dificuldade que surgiria para o soldador, seria reproduzir repetidas vezes a mesma soldagem. Este é mais um motivo para a utilização da soldagem automatizada.

Uma aplicação onde a repetibilidade das soldas automatizadas é muito importante é no recobrimento de superfícies. A função de recobrimento torna-se mais produtiva com a utilização da soldagem automatizada, pois, além de aumentar a quantidade de material depositado por hora, a repetibilidade faz com que a espessura da camada de solda depositada mantenha-se uniforme, diminuindo o tempo de acabamento. Um exemplo de utilização do recobrimento encontra-se nas indústrias químicas, petroquímicas e papeleiras, onde é comum revestir tanques e tubos de aço carbono com aço inox.

A automação pode facilitar a fabricação com os benefícios já citados, porém é necessário lembrar que o caminho que separa a soldagem manual e a soldagem automática é longo. No processo manual o soldador atua como um sensor e atuador. Um soldador experiente tem a sensibilidade de perceber alterações no processo e consegue rapidamente corrigir e estabilizar a soldagem.

À medida que se transferem as funções do soldador para um sistema controlado, a complexidade e o custo deste sistema aumentam exponencialmente. Então, a não ser que se tenha disponibilidade de recursos para este fim, deve-se utilizar o bom senso e encontrar um equilíbrio entre a soldagem manual e a automática.

Para implementar um processo mecanizado, normalmente, tem-se disponível no mercado, ou equipamentos complexos e muito caros como robôs de 6 eixos, que podem ser importados pagando-se em dólares, ou equipamentos muito simples e rudimentares que não possibilitam um aumento de produtividade. Muitos equipamentos não conseguem atender em facilidade de montagem e não possuem um sistema de seguimento de junta. Para atender esta lacuna de mercado está sendo desenvolvido um equipamento capaz de competir, em custo e tecnologia, com os equivalentes importados.

2. O Equipamento

Com este equipamento pode-se mover a pistola de soldagem rente a superfície curva de um tanque sem variar a distância entre a ponta da pistola e a peça. Logo, pode-se verificar a aplicabilidade deste equipamento em operações de reparo por deposição de solda, e de soldagem circunferencial em tanques, tubos e reservatórios tipicamente utilizados na indústria de petróleo.

A estratégia adotada para o desenvolvimento do projeto, consiste em dividir o desenvolvimento em três grupos de atividades que são, projeto dos componentes mecânicos, projeto dos sistemas eletrônicos e elaboração do software de controle do equipamento.

Na Figura 1 podem ser vistos todos os componentes que fazem parte da bancada de ensaios do Tartilope V2F dentro da estrutura do Labsolda – Laboratório de Soldagem da UFSC. Dentre os equipamentos desenvolvidos para este trabalho tem-se a Unidade de Controle com o teclado de comando e o trilho flexível. O Tartilope V2F está fixo ao trilho flexível, que por sua vez, esta fixo, através de suas bases magnéticas, a uma superfície curva que simula a parede de um tanque ou reservatório com um raio de 2,5 metros. Ainda é necessário o uso de uma pistola e de uma fonte de soldagem.

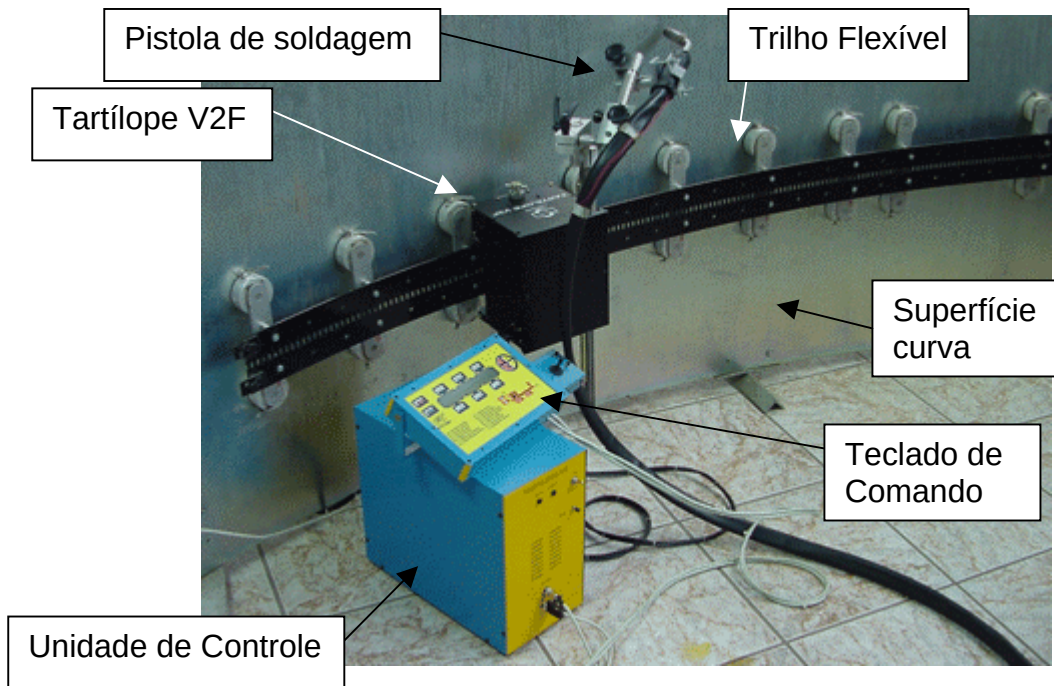


Figura 1. Foto dos componentes do Tartílope V2F.

O equipamento – Tartílope V2F – possui 2 graus de liberdade. Na Figura 2 está sendo mostrada uma foto do equipamento sobre o trilho flexível ao lado de uma imagem do projeto do equipamento feita em ambiente CAD, com a finalidade de mostrar onde foram definidos os eixos X e Y da trajetória de soldagem.

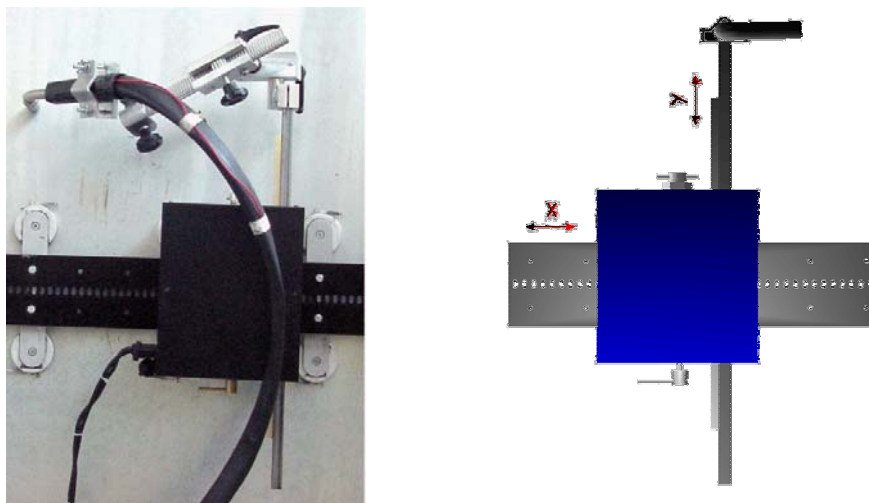


Figura 2. Vista frontal do equipamento.

3 Aplicações do Equipamento

Antes de se iniciar um projeto de um novo equipamento, naturalmente que se deve ter a preocupação de procurar ao máximo possíveis aplicações para o mesmo. Nesta seção é apresentada uma aplicação em campo que foi realizada na construção de tanques em uma instalação industrial na Bahia. Também são apresentadas mais duas aplicações que deverão ser desenvolvidas ainda neste ano dentro da estrutura do Labsolda – Laboratório de Soldagem da Universidade Federal de Santa Catarina, estas são: o desenvolvimento dos procedimentos para o revestimento tipo Lining, e o desenvolvimento dos procedimentos e componentes para possibilitar a soldagem MIG orbital.

3.1 Soldagem para Construção de Tanques

A aplicação mecanizada da soldagem MIG conseguiu emplacar com um grande aumento de produtividade na soldagem de juntas chanfradas na construção de tanques. Uma empresa que trabalha na construção de plantas industriais desenvolveu os procedimentos utilizando o equipamento Tartilope V2F com aplicação de eletrodo tubular. No apêndice 1 pode-se verificar uma foto do tanque que foi construído em uma planta industrial na Bahia.

A construção destes tanques é realizada unindo-se várias chapas encurvadas com o mesmo raio, estas chapas têm uma espessura de 19 mm, e para uni-las faz-se necessário a aplicação de 2 processos de soldagem distintos: uma solda horizontal utilizando o processo de arco submerso, este é realizado com um equipamento bastante grande que órbita ao redor do silo, e uma solda vertical ascendente com a aplicação de eletrodo tubular.

No processo com a soldagem vertical ascendente utilizou-se o equipamento Tartilope V2F para deslocar a tocha de soldagem durante a sua trajetória. Um engenheiro do Labsolda realizou uma visita a esta empresa para orientar os soldadores/operadores a como utilizar o equipamento. A figura 3 mostra um operador aprendendo a trabalhar com o Tartilope V2F.



Figura 3: Foto do soldador/operador utilizando o Tartilope V2F na soldagem do silo.

O mesmo procedimento de soldagem foi reproduzido dentro da estrutura do Labsolda. Com estes procedimentos conseguiu-se fechar o chanfro em somente 2 passes, e foi possível obter uma solda com boa penetração na raiz. O passe de raiz também apresentou um bom enchimento do chanfro. Após o segundo passe a junta soldada mostrou um bom aspecto visual, penetração de raiz e altura do reforço satisfatória. Na figura 4 pode-se verificar a soldagem que foi reproduzida dentro da estrutura do Labsolda.

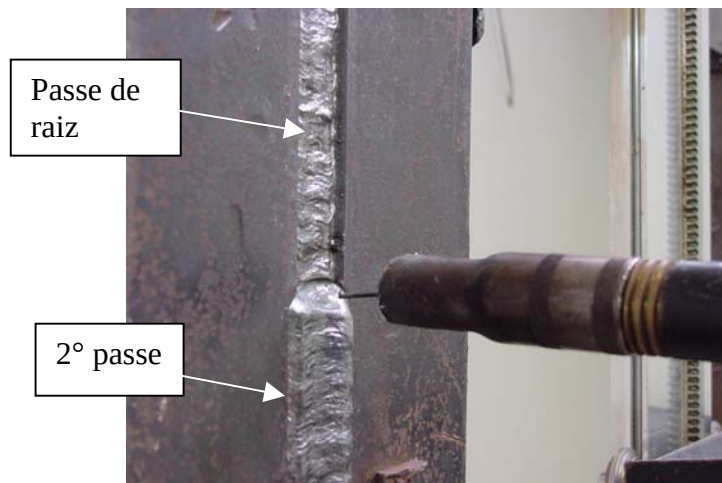


Figura 4: Corpo de prova soldado dentro do Labsolda.

3.2 Aplicação de Revestimento tipo Lining

No Labsolda está sendo finalizado um trabalho de mestrado que teve como foco a otimização dos procedimentos para a aplicação de revestimento tipo Lining através do processo de soldagem manual. A partir desta

experiência estão se iniciando os experimentos para se obter esta aplicação de forma mecanizada. Na figura 5 pode ser visto uma foto do Tartílope V2F em sua bancada de ensaios para aplicação do Lining.



Figura 5: Fotos do Tartílope V2F montado na bancada de ensaios para o desenvolvimento dos procedimentos para a soldagem em revestimentos do tipo Lining.

O revestimento tipo lining tem sido empregado nas unidades de refino da Petrobrás, de modo a adequar as unidades operacionais para processar óleo pesado com elevado grau de acidez naftênica. O lining consiste na instalação de revestimento interno com chapas de aço Inoxidável ASTM A240 TP 316 ou 317 em torres de processamento de óleo pesado. (ver figura 6)

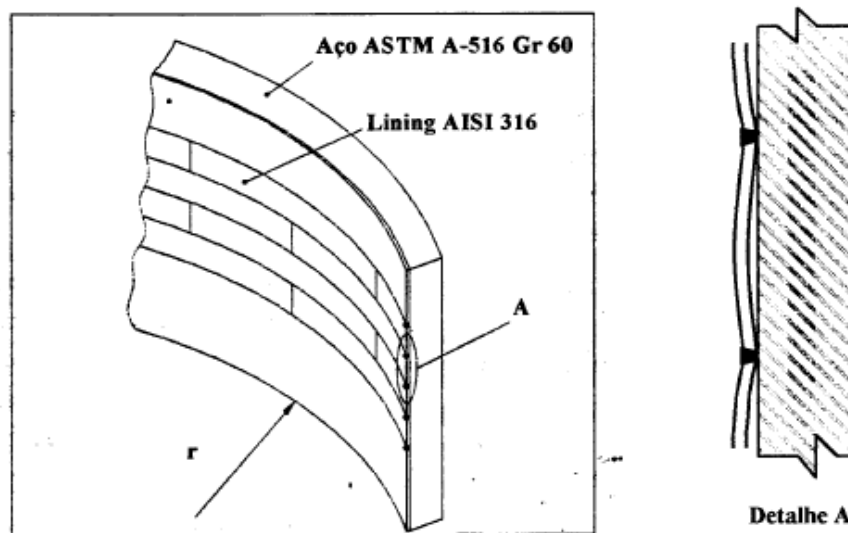


Figura 6: Revestimento interno tipo Lining de torres de destilação

O processo de soldagem atualmente empregado para fixar o revestimento é o MIG/MAG com arame tubular, que tem satisfeito alguns requisitos estabelecidos pela Petrobrás, tais como: revestir grandes áreas com elevada produtividade, de modo a reduzir o prazo de execução e obter um teor de molibdênio $\geq 2,5\%$ no cordão de solda. As chapas usadas no revestimento são de 3 mm de espessura, largura das tiras de 400 mm e comprimento de 3000 mm. O espaçamento entre as chapas “gap” é de 10 mm. Com esse espaçamento são necessários 05 passes de solda para preencher a junta soldada.

Apesar de os resultados obtidos estarem sendo satisfatórios, acredita-se que com o MIG/MAG pulsado com o uso de arame maciço, por trabalhar com correntes médias mais baixas, será possível soldar chapas de menor espessura,

controlar a diluição, diminuir o espaçamento entre as chapas, diminuir o número de passes de solda para preencher o gap, ou utilizar um único passe com tecimento, o que resultaria em um aumento de produtividade.

Um dos grandes desafios deste trabalho é estabelecer parâmetros e valores de variáveis que garantam a estabilidade do processo até mesmo em situações que o espaçamento entre as chapas possa variar em alguns milímetros. Na prática não se pode exigir uma grande precisão na montagem, pois inviabilizaria o processo mecanizado em relação ao processo manual.

4 Conclusão

Com relação ao sistema de deslocamento de pistola “Tartílope V2F”, pode-se afirmar que já foram atingidos resultados satisfatórios no tocante ao desenvolvimento do projeto mecânico do equipamento, e este fato trás a perspectiva para futuras aplicações como foi citado neste trabalho.

No momento atual está sendo iniciado os desenvolvimentos dos parâmetros para aplicação de revestimento tipo Lining. Estes experimentos irão ser muito úteis para que sejam detectados defeitos de projeto, e eventualmente falha na especificação de algum componente. Todas estas informações contribuirão para o desenvolvimento de um segundo protótipo que contenha as alterações necessárias para colocar o equipamento em funcionamento em campo, sem que o mesmo precise de reparos frequentes. Mesmo assim já foi iniciado o desenvolvimento do reprojeito do equipamento em ambiente CAD, com o intuito de tornar o mecanismo mais robusto e compacto.

Em se falando do projeto dos sistemas eletrônicos, tanto os sistemas de deslocamento, quanto o seguimento de junta apresentados neste trabalho, são sistemas comerciais já existentes. Todavia, não se tem notícia de dispositivos de deslocamento com dois graus de liberdade capaz de soldar juntas em chapas curvas, como em tanques, sendo aplicado em conjunto com o sistema de seguimento de junta. Pois estes sistemas de seguimento de junta era uma exclusividade dos robôs de seis eixos.

Pode-se afirmar que o desenvolvimento deste trabalho resulta em um equipamento com tecnologia nacional, capaz de competir em tecnologia e preço com os equivalentes importados. Além de que todo este trabalho trouxe conhecimento e capacidade para dentro da estrutura do laboratório, com a formação de recursos humanos capaz de trabalhar não apenas no desenvolvimento de procedimentos de soldagem com o uso de equipamentos simplesmente comprados, mas também do desenvolvimento de dispositivos mecânicos de deslocamento micro-processados capaz de serem aplicados na área de petróleo e gás.

5 Referências Bibliográficas

- [1] DUTRA, J. C. Procedimento Computadorizado de Determinação, Seleção e Controle de Variáveis na Soldagem MIG/MAG. Tese de Doutorado, Florianópolis – UFSC, Agosto de 1989.
- [2] MALIN, V. Definitions and Classification of Welding Automation and Process Control. Doc n. XII-1064-88, 1988.
- [3] COSTA, A. R. Estudo do Comportamento da Corrente de Soldagem, no Processo Mig/Mag, e sua Aplicação em Sistemas de Seguimento de Junta, Dissertação de Mestrado, Florianópolis – UFSC, 2003.
- [4] DUTRA, J. C., ROSA, V. M. “O Arco Elétrico como Sensor de Procura de Junta”, Anais do XXI Encontro Nacional de Tecnologia da Soldagem, Caxias do Sul, Junho de 1995.
- [5] BALDUINO, J. Desenvolvimento de um Protótipo de uma Mesa X-Y para Corte e Solda, Aplicando Técnicas da Qualidade Total. Dissertação de Mestrado, Uberlândia – UFU – 2001.
- [6] GOHR JR, R. Novos métodos de controle da soldagem MIG/MAG. 2002. 138 f. Tese (doutorado em Engenharia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- [7] SHIGLEY, J. E. Elementos de Máquinas 1, Livros Técnicos e Científicos Editora S. A, 1984.
- [8] Dutra, J. C., Quites, A. M. Tecnologia da Soldagem ao Arco Voltaico, Editora Edeme, outubro de 1979