

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

DESENVOLVIMENTO DE DISPOSITIVO PARA A AUTOMAÇÃO DA SOLDAGEM DE RESERVATÓRIOS

Carlos Eduardo Broering¹, Jair Carlos Dutra², Raul Gohr Júnior³

Laboratório de Soldagem, Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Universitário,
Cx.P. 476, Trindade – Florianópolis – SC. CEP.: 88040-900, Tel.: (48) 3319471 / 2342783.

¹e-mail: broering@labsolda.ufsc.br

²e-mail: jdutra@labsolda.ufsc.br

³e-mail: rgj@labsolda.ufsc.br

Resumo – Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um dispositivo para automação da soldagem de reservatórios, tanto na sua manutenção, quanto na construção. O dispositivo fisicamente representado por um sistema de movimentação automática com dois graus de liberdade, foi designado de “Tartilope V2”. A principal função do equipamento é a realização do movimento oscilatório de tecimento em três modalidades, triangular, trapezoidal e retangular.

O “Tartilope V2” foi aplicado em três situações práticas na indústria. Para tanto, todo o sistema foi reavaliado e implementado com características indispensáveis a um trabalho em condições severas. Estas características incluem, por exemplo, a problemática de interferências eletromagnéticas causadas por ignitores de arco, constantes nos equipamentos de soldagem.

Ao sistema desenvolvido foi associado também um sub-sistema para controlar a trajetória da tocha em juntas chanfradas ou de filete (cantos). Este sub-sistema segue a junta utilizando-se do próprio arco voltaico como sensor. Ele é baseado na variação do comprimento do arame-eletrodo, que ocorre quando a pistola de soldagem executa movimentos de tecimento. O fundamento baseia-se leitura da corrente de soldagem nos extremos do movimento de tecimento. Se os valores de corrente forem iguais, a pistola está centralizada, se forem diferentes, o sistema promove a correção da posição da pistola.

Palavras-Chave: automação da soldagem; soldagem de reservatórios; seguimento de junta.

Abstract – This work presents a device development for welding automation of the reservoirs, as its maintenance, as in the construction. The device physically represented by a system of automatic movement with two degrees of freedom, was assigned of "Tartilope V2". The equipment main function is to make of the oscillatory movement called weaving, in three modes: triangular, trapezoidal and rectangular.

The "Tartilope V2" was applied in three practical situations in the industry. All system was reevaluated and implemented with indispensable characteristics to work in severe conditions. These characteristics include, for example, the problematic one of electromagnetic interferences caused by arc starters, common in welding equipments.

This system includes a subsystem for the welding trajectory control in beveled or fillet joints. This subsystem tracks the joint, using the voltaic arc as a sensor. It is based on the stick out variation that occurs when the welding torch executes the weaving movement in cited joints. The functioning principle is: the current welding is measure in the joint limits. The equipment software control compares the current acquired values. If the current values will be equal, the torch are centered, if will be different, the system corrects the torch position.

Keywords: welding automation, reservoirs welding; joint tracking system.

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.

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 soldador 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 solda. 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. À medida que se transfere 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. Neste contexto está sendo desenvolvido um equipamento capaz de competir, em tecnologia e principalmente custo, com os equivalentes importados.

2. O Sistema de Deslocamento com Dois Graus de Liberdade

O sistema de deslocamento com dois graus de liberdade, batizado de “Tartilope V2”, é composto por três partes principais, a parte mecânica, a unidade de controle, e a interface com o usuário, como pode ser visto na Fig. 1.



Figura 1. Sistema de deslocamento “Tartilope V2”.

2.1. A Parte Mecânica

A parte mecânica do “Tartilope V2” engloba um trilho, que pode ser rígido ou flexível, dependendo da aplicação. O deslocamento do carro ao longo do trilho rígido é realizado através de um sistema pinhão cremalheira. O Como a cremalheira é fixa ao trilho, o movimento giratório do pinhão é transformado em deslocamento linear do carro. A forma com que as rodas são fixadas ao trilho permite que o carro possa executar movimentos em todas as posições de soldagem (plana, horizontal, vertical e sobre-cabeça). O segundo grau de liberdade é conseguido através de um eixo transversal que é fixado ao carro através de uma guia linear como pode ser observado na Fig. 2. O movimento do carro é gerado a partir de dois motores de passo acoplados em reduções mecânicas.

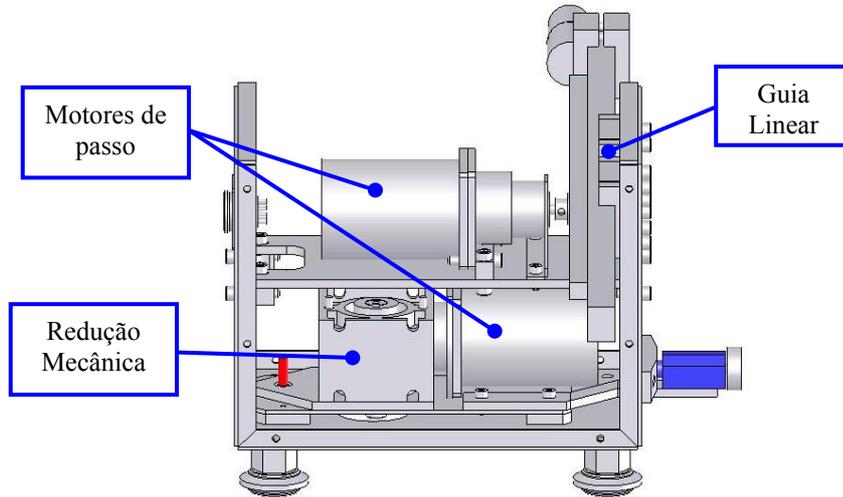


Figura 2. Desenho em CAD da parte mecânica do “Tartilope V2”.

2.2. A Unidade de Controle

A unidade de controle do “Tartilope V2” consiste basicamente de duas placas eletrônicas, além de uma CPU industrial padrão PC104 e fontes de alimentação. Um dos modelos de placa são os drivers de potência, cuja função é gerar os níveis de tensão e corrente necessários para a movimentação dos motores de passo. O outro modelo de placa tem a função principal de fazer a comunicação entre a CPU industrial e os periféricos do equipamento, como a interface com o usuário e a placa dos drivers de potência. Esta placa possui ainda algumas funções, como fazer o tratamento do sinal de corrente de soldagem e isolar eletricamente os sinais de comando. A Fig. 3 mostra a unidade de controle.

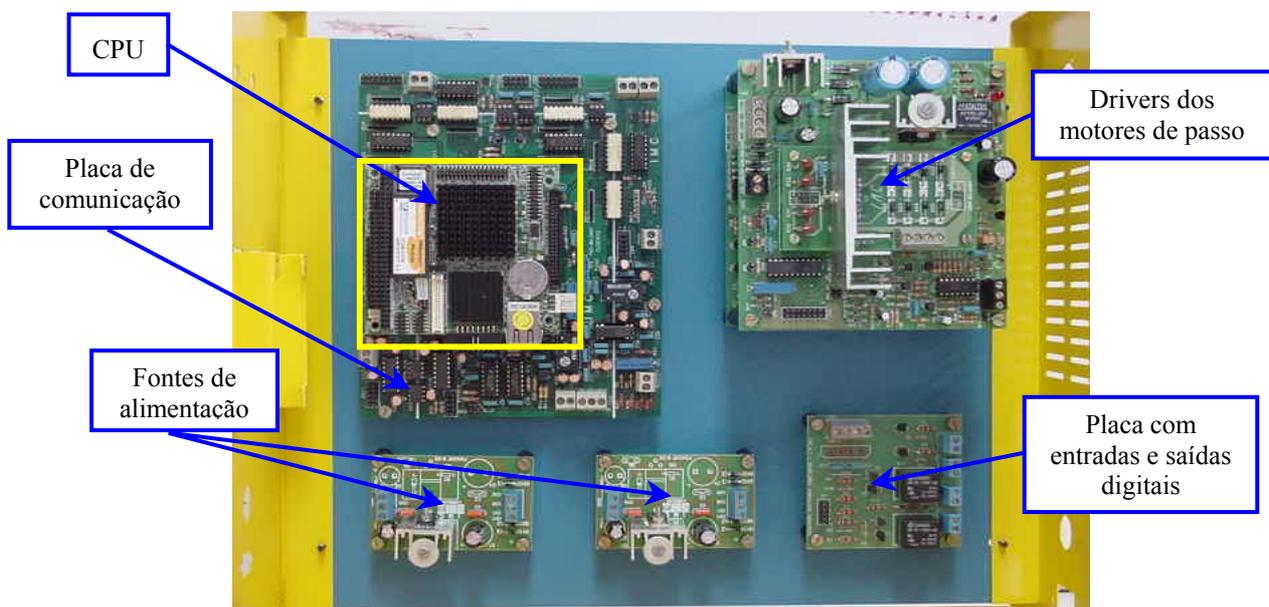


Figura 3. Unidade de controle do “Tartilope V2”.

3. Testes de Campo do “Tartilope V2”

Neste trabalho, procurou-se enfatizar a utilização prática do equipamento, buscando parcerias com empresas, onde o “Tartilope V2” pudesse ser utilizado de todas as formas possíveis e exigido ao máximo em um ambiente hostil, completamente diferente do laboratório. A utilização prática do equipamento trás uma série de benefícios, pois facilita a detecção dos pontos mais críticos do projeto, identificados somente quando o equipamento é muito utilizado em todas as suas possibilidades. Além disso, é na vivência de campo, na conversa com os operadores, que se pode detectar as verdadeiras necessidades do usuário, aumentando a praticidade do equipamento. A seguir serão descritos os testes de campo realizados com o “Tartilope V2”.

3.1. “Tartilope V2” na Empresa Durum do Brasil

Nesta empresa, o “Tartilope V2” é utilizado na fabricação de peneiras, que são utilizadas por empresas de mineração. As peneiras são fabricadas em chapas de aço revestidas por um outro material de maior dureza, através de um procedimento de soldagem que utiliza três arames. Tipicamente, elas possuem um metro quadrado de área. A função do “Tartilope V2” é de guiar a pistola de corte plasma, responsável por fazer os furos das peneiras. Os furos podem apresentar várias formas diferentes, dependendo da aplicação da peneira. Cada peneira tem, em média, 500 furos. A Fig. 4 mostra a bancada montada para a confecção das peneiras.

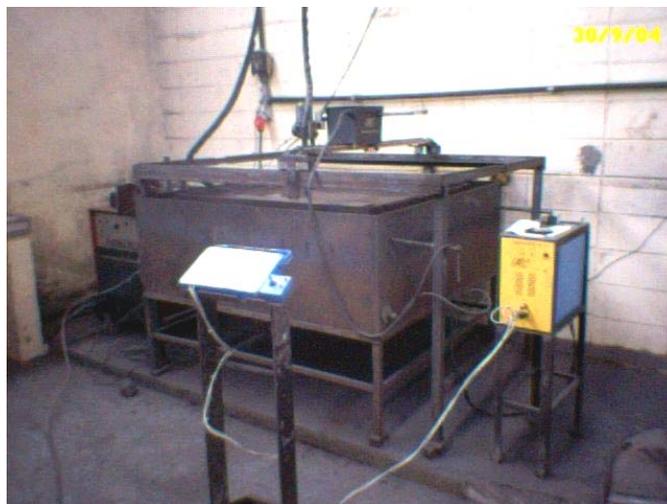


Figura 4. Bancada de construção de peneiras com o “Tartilope V2”.

3.2. “Tartilope V2” na Empresa WEG Transformadores

Foi realizado um trabalho de parceria entre o LABSOLDA e a “WEG TRANSFORMADORES” com o intuito de desenvolver um dispositivo que pudesse realizar a operação de solda pelo processo MIG/MAG do fundo da carcaça de transformadores à sua parede, numa junta de filete, totalmente automatizada e sem a necessidade de acompanhamento do cordão de solda. O resultado foi a junção de dois equipamentos, o “Tartilope V2” e um outro construído pela própria WEG para este fim.

O equipamento possui um sistema muito importante, que corrige pequenos desvios da pistola de soldagem que eventualmente ocorrem durante a realização da solda. Este sistema chamado de seguimento de junta é baseado na variação da corrente de soldagem, que surge durante o movimento oscilatório da pistola (tecimento) ao longo da seção transversal de uma junta chanfrada, devido a variações na distância bico-de-contato peça (DBCP). Caso os valores da corrente forem iguais, nos extremos do movimento oscilatório, o posicionamento do conjunto pistola-peça está correto. Caso contrário, a pistola se encontra descentralizada em relação à linha de soldagem, sendo necessário que o sistema corrija o seu posicionamento (Fig. 5). A variação da DBCP causa uma consequência fundamental para o funcionamento do processo que é a mudança do comprimento do eletrodo sólido (Fig. 6). A variação no comprimento do eletrodo sólido causa uma alteração da resistência elétrica entre o bico de contato e a peça a ser soldada, causando mudanças na corrente de soldagem. Quanto mais próximo das extremidades da junta, menor é o comprimento do eletrodo sólido e consequentemente maior é o valor da corrente de soldagem.

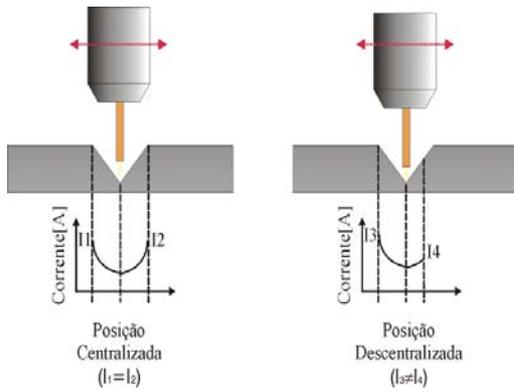


Figura 5. Comportamento da corrente de soldagem quando a pistola está centralizada e descentralizada.



Figura 6. Variação no comprimento do eletrodo devido ao movimento de tecimento da pistola.

A Fig. 7 mostra o detalhe da adaptação de um dos eixos do “Tartilope V2” à máquina desenvolvida pela WEG e a Fig. 8 mostra o início de um cordão de solda, onde é possível verificar a atuação do sistema de seguimento de junta.



Figura 7. Adaptação do “Tartilope V2” à máquina WEG.

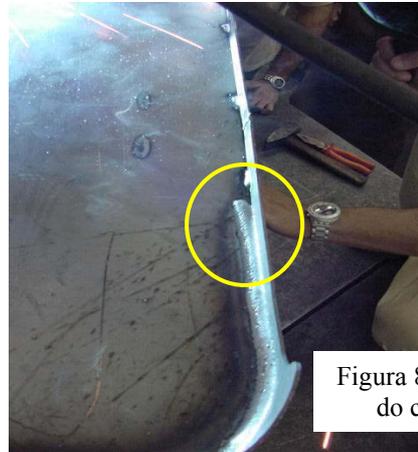


Figura 8. Detalhe do início do cordão de solda.

3.3. “Tartilope V2” na Empresa MONTCALM

Nesta aplicação, o “Tartilope V2” foi utilizado na fabricação dos reservatórios em uma fábrica que está sendo construída no interior do estado da Bahia. A construção dos tanques é dividida em duas etapas: na primeira, são montados anéis com 2,5 m de altura, sendo que cada anel possui quatro cordões verticais de solda neste comprimento. Na segunda etapa, cada anel é soldado um sobre o outro. O “Tartilope V2” foi utilizado na primeira etapa da construção dos tanques, ou seja, na confecção das soldas verticais dos anéis. Ao todo foram realizados 11000 m de solda totalmente inspecionados, nesta aplicação. As Figs. 9, 10 e 11 mostram alguns detalhes da construção dos reservatórios.



Figura 9. Operador realizando a soldagem.



Figura 10. Tanques soldados com o Tartilope V2.

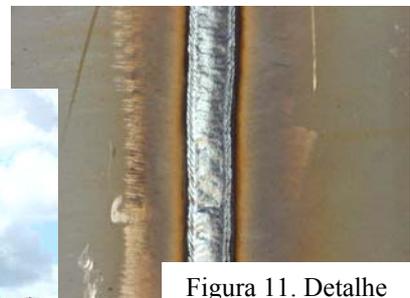


Figura 11. Detalhe do cordão de solda.

4. Aplicações em Revestimento de Superfícies

O recobrimento de superfície consiste na adição de mais uma camada de metal sobre uma pré-existente, com a finalidade de revestimento ou manutenção devido ao desgaste da superfície. O desgaste da superfície pode ocorrer, por exemplo, devido à cavitação ou por reações químicas. A cavitação é comum em turbinas hidráulicas, onde suas paredes são gastas pela ação da passagem da água resultando em rugosidades na superfície. As paredes de tanques sofrem também um processo de desgaste de sua camada de aço inox como tanques utilizados em indústrias químicas, petroquímicas e papelarias. Nestes casos, torna-se necessária a recuperação da espessura da camada metálica tanto das paredes das turbinas como dos tanques. Durante a produção de tanques também é utilizada deposição de camadas por sobre outras pré-existentes com a finalidade de aumentar a espessura da parede metálica.

O Tartilope V2 é um equipamento que pode ser aplicado para o recobrimento de superfícies o qual é muitas vezes realizado manualmente (o soldador fica durante muitas horas do dia suportando a tocha de soldagem). A operação de recobrimento de superfícies consiste em depositar material utilizando movimentos lineares ou tecimento, onde o dispositivo translada em direções paralelas e distantes de um offset determinado pelo usuário (Fig. 12). A Fig. 13 apresenta o aspecto de uma superfície que passou pelo processo de recobrimento.

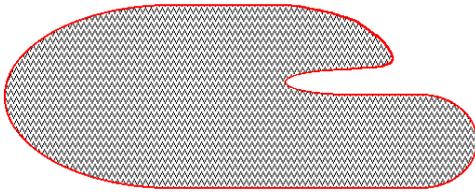


Figura 12. Figura ilustrativa do recobrimento de uma superfície com um formato qualquer.



Figura 13. Superfície após receber adição de material no procedimento de recobrimento.

Uma outra aplicação que está sendo estudada é a utilização do equipamento em revestimentos do tipo lining, que atualmente estão sendo utilizados pela 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, conforme Fig. 14, em torres de processamento de óleo pesado.

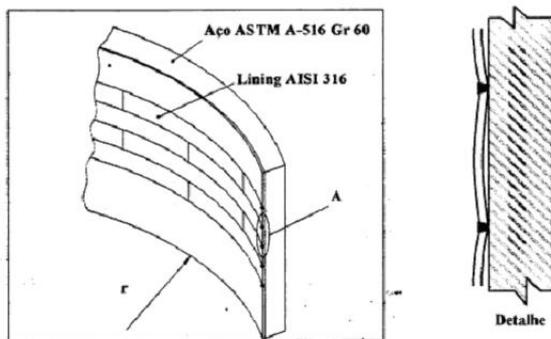


Figura 14. Revestimento interno tipo Lining de torres de destilação.

5. Referências

- DUTRA, J. C., ROSA, V. M., “O Arco Elétrico como Sensor de Procura de Junta” Anais do XXI Encontro Nacional de Tecnologia de Soldagem, Caxias do Sul, Junho de 1995. p. 807 a 820.
- MALIN, V., 1988 “Definitions and Classification of Welding Automation and Process Control” Doc n. XII-1064-88.
- 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.
- KVASOV, F. V., “Special Features of Mechanised Welding with Controlled Electrode Metal Transfer”, Welding International, 2000 14 (2) 158-161.
- CHOI, S. K., KO, S. H., KIM Y. S., “Dynamic Simulation of Metal Transfer in GMAW – Part 2: Short-Circuit Transfer Mode” Welding Journal, Janeiro de 1998, pages. 45-51.
- DERUNTZ, B. D., “Assessing the benefits of Surface Tension Transfer welding to Industry”, Journal of Industrial Technology, Agosto de 2003, volume 19, número 4.