



2º CONGRESSO BRASILEIRO DE P&D EM PETRÓLEO & GÁS

DESENVOLVIMENTO DE UM CABEÇOTE ORBITAL PARA SOLDAGEM TIG DE TUBOS

Jarbas Renato Bortolini, graduando em Engenharia Mecânica / UFSC
Eng. Carlos Eduardo Broering, mestrando em Engenharia Mecânica / UFSC
Orientador: **Dr. Eng. Raul Gohr Jr**

LABSOLDA – Laboratório de Soldagem / Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC,
Campus Universitário - Caixa postal 476 – Trindade – CEP 88 040 900 – Florianópolis SC,
labsolda@labsolda.ufsc.br

Resumo

Neste trabalho são apresentadas as principais características de um sistema de soldagem orbital que está sendo desenvolvido no LABSOLDA/UFSC. Este sistema é destinado à mecanização da soldagem de tubos de parede fina onde não é necessária a utilização de material de adição. O equipamento é utilizado em situações que requerem soldas de alta qualidade, repetitividade e rapidez de execução, apresentando grande aplicabilidade nas indústrias petroquímicas, farmacêuticas, de alimentos, semicondutores, aeroespaciais, etc.

Apesar de ser um equipamento muito importante em diversos segmentos, o Brasil não detém a tecnologia de fabricação de tais dispositivos, tendo que importa-los. Esta dependência não permite que sejam feitas modificações de projeto, que adaptariam o produto às plantas nacionais. Por isso, estudos sobre esta tecnologia são fundamentais para que se obtenha autonomia.

O sistema é composto por um cabeçote orbital de câmara fechada, uma fonte de soldagem e uma unidade de controle que gerenciará o funcionamento do conjunto. Existem duas frentes de trabalho envolvidas no desenvolvimento do sistema: uma destinada ao desenvolvimento mecânico do cabeçote e outra responsável pela parte eletrônica e de controle.

Quando concluído, o mesmo será capaz de soldar tubos com diâmetros de 6 a 77 mm e espessura de 0,5 a 4 mm.

Palavras-Chave: cabeçote; orbital; soldagem; tig.

Abstract

In this work, the main features of an orbital welding system that is being developed at LABSOLDA are presented. This system is destined to thin-walled tube welding mechanization where the use of filler material is not necessary. The equipment is employed in situations which require high quality, repeatability, and execution rapidness, showing large applicability in the pharmaceutical, food, semi-conductor, aerospace and petrochemical industries, among others.

Despite being a very important equipment for several segments, Brazil does not have the manufacturing technology of such device, hence having to import it. This dependence does not permit project modifications, which would better adapt the product to the national plants. Therefore, studies on this technology are crucial to obtain autonomy.

The system consists in a closed chamber orbital welding head, a welding source and a control unity that will manage the arrangement functioning. There are two work lines involved in the development of the system: one dedicated to the mechanical development of the head, the other responsible for the electronic and control parts.

When concluded, the device will be able to weld 6 mm to 77 mm diameter and 0,5 mm to 4 mm thick tubes.

Keywords: head; orbital; welding; tig .

1. Introdução

Para produzir dividendos eficazes para a sociedade no campo de um processo de fabricação, como é a soldagem, em que várias ciências têm de agir simultânea e sinergicamente, é necessário uma ação estratégica para a qual a universidade brasileira não está preparada. Entretanto, é para enfrentar este desafio que o Laboratório de Soldagem (LABSOLDA) da UFSC tem atualmente baseado a sua existência. Mais do que formar pessoas, o LABSOLDA produz tecnologia, fazendo-a chegar ao extremo de sua aplicabilidade. Tal política de ação é a consubstanciação do que os políticos pregam, mas em não tendo ingerência sobre instituições como CAPES e CNPq e sobre as universidades, não conseguem pô-la em prática.

O trabalho que aqui é apresentado representa apenas uma imagem de toda uma política própria de ação, na qual está embutido o pensamento de que qualquer pesquisa sobre processos de soldagem realizada em equipamentos completamente estanques no sentido de suas funções, estaria ultrapassada já desde o seu início. Além disso, tais pesquisas ajudam muito mais o fabricante do equipamento e ao país ao qual ele pertence, do que ao país do realizador da pesquisa.

Para enfrentar esta problemática, o LABSOLDA fez sedimentar ao longo do tempo uma infraestrutura organizacional, onde os conhecimentos de soldagem são simbioticamente articulados com conhecimentos de projeto mecânico, de eletrônica, de computação e de metrologia.

2. Justificativas e Objetivos

Para atender a um grande mercado, envolvido na fabricação e manutenção de plantas petroquímicas, está sendo desenvolvido no LABSOLDA um equipamento denominado Cabeçote TIG Orbital, utilizado para permitir a mecanização da soldagem de tubos onde a qualidade da solda deve estar em conjunto com a produtividade, visto sua capacidade de produzir com elevado grau de reprodutividade e rapidez, soldas de excelente aspecto visual e livres de defeitos, bem como, em situações que o espaço físico disponível é limitado para uma soldagem manual.

Para a soldagem automática de dutos, nenhum equipamento é produzido no Brasil. Embora existente no mercado mundial, este tipo de equipamento só é disponibilizado, no país, por poucos fabricantes estrangeiros. Por isso a aquisição do mesmo significa um investimento muito alto, inviabilizando na maioria das vezes o empreendimento. O alto custo do equipamento é provocado por estes poucos fabricantes que fazem uma produção casada entre o cabeçote orbital e a fonte de energia. Sendo assim, busca-se preencher esta lacuna no mercado brasileiro, contribuindo para a economia e enriquecimento tecnológico do país.

Como o LABSOLDA já é especialista na produção de fontes de energia da mais alta tecnologia, a produção de um cabeçote orbital é a parte complementar do equipamento. Para tanto, é pretendido inicialmente a produção de um primeiro modelo para soldagem de dutos com diâmetro na faixa de 6 a 77mm. Este equipamento compreende o desenvolvimento do projeto mecânico e correspondente montagem, assim como o projeto do sistema eletrônico, que corresponde ao acionamento, controle e interface com a fonte de soldagem.

3. Desenvolvimento do Projeto Mecânico

Quando se decidiu por iniciar o projeto de um Cabeçote TIG Orbital, preocupou-se em desenvolver um produto com capacidade de competir, em tecnologia e preço, com os similares fabricados no exterior. O fator custo foi considerado essencial, visto que o elevado investimento para a aquisição destes equipamentos acaba por restringir sua utilização somente a empresas de maior porte, excluindo pequenos prestadores de serviço de reparo ou montagem de equipamentos. Para atender a esta exigência, foi essencial uma estudo sobre os custos envolvido no projeto (matéria-prima, transporte, fabricação dos componentes e montagem).

O princípio da soldagem orbital de tubos pelo processo TIG se embasa na criação de um dispositivo capaz de garantir o posicionamento dos tubos a serem unidos, durante a soldagem, bem como, um ambiente a ser preenchido com gás inerte, para proteger o eletrodo de tungstênio e a poça de fusão da contaminação com o oxigênio do ar. Tendo a base estrutural do projeto, é necessário desenvolver um mecanismo que permita movimentar o eletrodo de tungstênio ao redor dos tubos, conforme pode ser visto no esquema da Figura 1.

Os estudos iniciais utilizaram-se da análise das vantagens e desvantagens dos diversos tipos de equipamentos existentes no mercado, bem como, das características operacionais e construtivas desejadas ao Cabeçote TIG Orbital, tanto para a identificação de soluções mecânicas mais simples quanto a de potenciais fornecedores de componentes e serviços, com o intuito de estabelecer a concepção de maior viabilidade.

O resultado destes estudos direcionaram o desenvolvimento do cabeçote orbital a trabalhar com diâmetro externo de tubo até 77 mm, visto também, devido as maiores aplicações na indústria de extração e refino de petróleo, tanto na montagem de equipamentos, quanto de linhas de transporte em plantas industriais.

A concepção adotada para fabricação do Cabeçote TIG Orbital foi baseada no princípio de cartucho, visto pela Figura 2-A. Adotou-se esta concepção, em detrimento a uma outra que empregava engrenagens bipartidas, por questões operacionais, de maior complexidade e custo na fabricação.

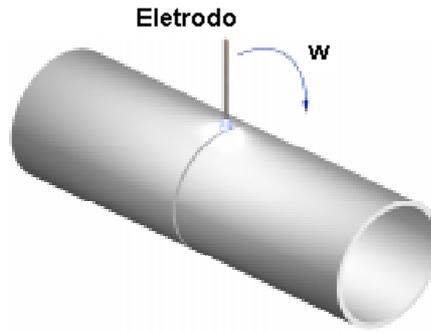


Figura 1- Eletrodo de tungstênio num movimento de rotação ao redor de um tubo, com velocidade angular w .

Uma vez que o conjunto de acionamento é acoplado ao conjunto posicionador (Figura 2-A e B) através de grampos de engate rápido, o acoplamento se torna simplificado. Além da maior agilidade na fixação, o cabeçote orbital poderá trabalhar com vários posicionadores de tubos, reduzindo, com isto, o tempo de montagem do equipamento. Como resultado, a operação de montagem ou reparo de linhas ou equipamentos se torna mais produtiva, com a redução do tempo gasto para o alinhamento dos tubos.

No desenvolvimento da forma final, foram modeladas diversas concepções na busca pela máxima redução das suas dimensões. Porque, além do desempenho na soldagem, nos cabeçotes orbitais o tamanho final do equipamento reflete o grau de avanço da tecnologia empregada. Todos os componentes foram desenhados em ambiente CAD com o objetivo de verificar possíveis falhas e permitir uma otimização do conjunto (Figura 2-A e B).

Quanto a colocação e retirada dos tubos no cabeçote é necessário controlar a localização da área seccionada da engrenagem, de forma a estar com sua abertura voltada para a abertura do alojamento, conforme pode ser visto na Figura 2-A. A colocação de um Foto Sensor, integrado a um sistema eletrônico, tornou-se a solução mais adequada, visto que sua utilização juntamente com o controlador da posição do motor, possibilitarão um controle total deste movimento.

Para a completa montagem do protótipo, é necessário a fabricação do sistema de posicionamento (Figura 2-B), que atualmente se encontra no detalhamento e fabricação dos seus componentes, visto que o corpo principal (Figura 3), que compreende a estrutura e o conjunto de acionamento dinâmico do eletrodo, já se encontra devidamente montado e em testes.

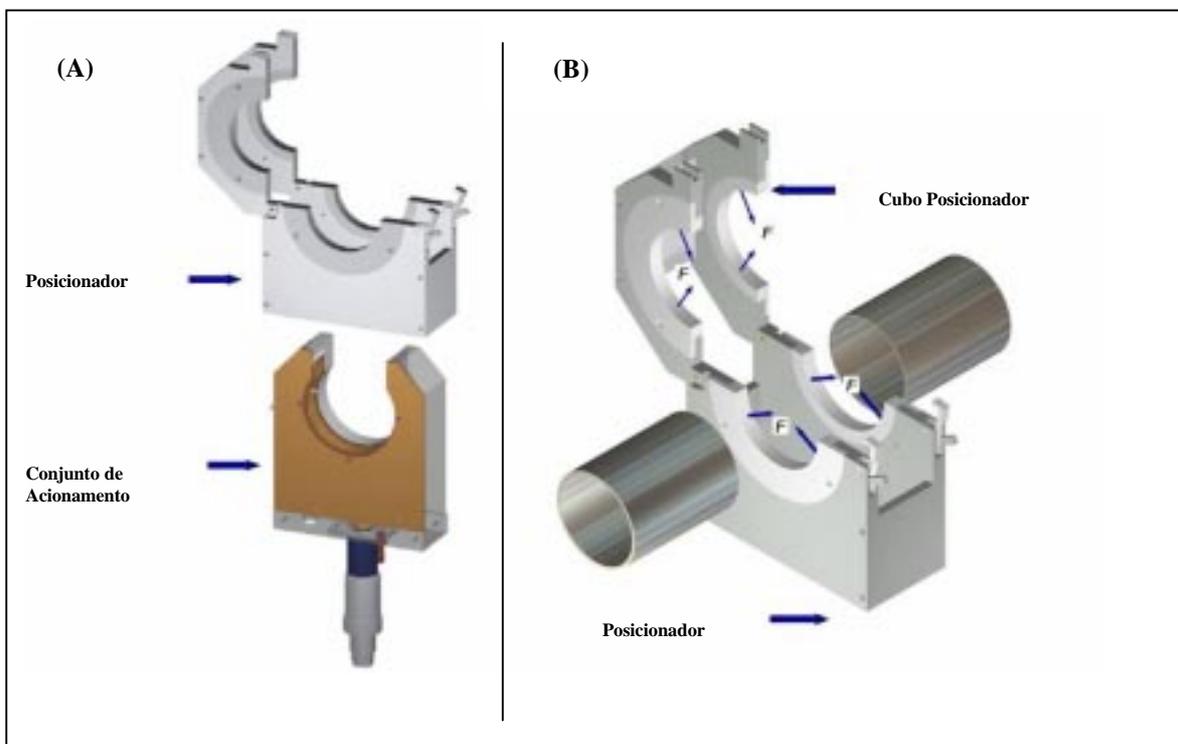


Figura 2:

- (A) – Conceção baseada no princípio de cartucho.
 (B) – Detalhe do posicionador de tubos.

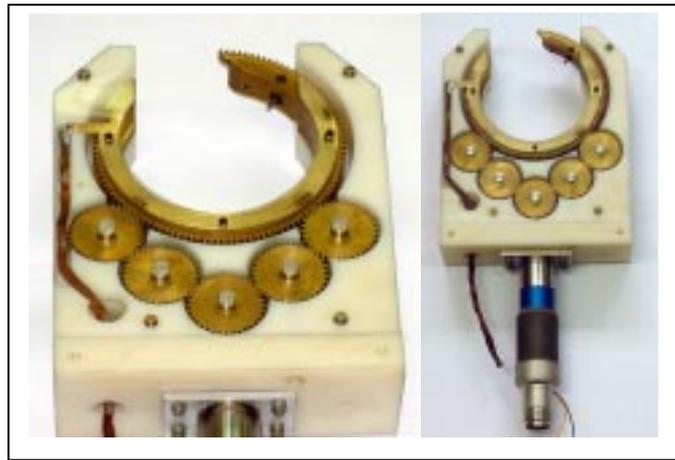


Figura 3 - Fotos do Corpo Principal do Cabeçote TIG Orbital.

4. Interface com a Fonte de Soldagem

Como este tipo de operação de soldagem é executada em todas as posições, para manter a qualidade da solda torna-se necessária a alteração das variáveis de soldagem de acordo com a posição do eletrodo. Teoricamente existem infinitas posições para o eletrodo, porém na prática dividi-se o duto em seções para reduzir a complexidade de ajustes das variáveis de soldagem. A figura 4 mostra a divisão do tubo em 4 seções, bem como a posição de soldagem em cada seção.

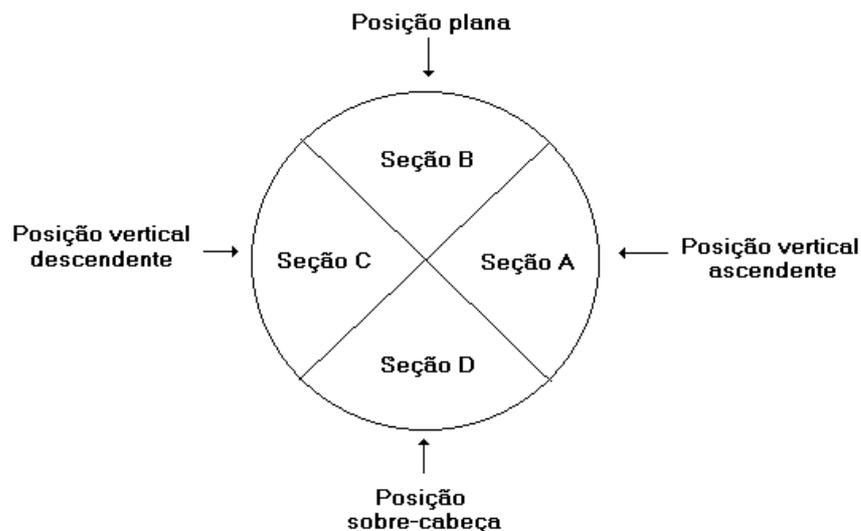


Figura 4: Posição de soldagem em cada seção do tubo.

A figura 5 apresenta um fluxograma da operação de soldagem de dutos para um número genérico de seções. Pode-se perceber que existe a necessidade de sincronismo entre a fonte de soldagem e o cabeçote orbital.

Em função de sua complexidade, a operação de soldagem apresentada no fluxograma exige um sistema de controle baseado em uma CPU. Para esta aplicação estão sendo analisadas três topologias que serão descritas a seguir:

A - Topologia com gerenciamento remoto (figura 6).

Nesta situação um computador é o responsável pelo controle do sistema. O computador envia para a unidade de controle do cabeçote informações da velocidade de deslocamento durante cada seção e recebe a posição do eletrodo. O computador, também envia para a fonte de soldagem o valor das variáveis de soldagem de cada seção e recebe o sinal de abertura do arco voltaico.

B - Topologia com gerenciamento da fonte de soldagem (figura 7).

Nesta configuração a CPU da fonte de soldagem é o controlador do sistema. A fonte envia para a unidade de controle do cabeçote o valor da velocidade do eletrodo durante cada seção do duto. O cabeçote retorna para a fonte de

soldagem o valor da posição do eletrodo. A fonte de soldagem então modifica as variáveis de soldagem de acordo com cada seção.

C - Topologia com gerenciamento do cabeçote orbital (figura 8).

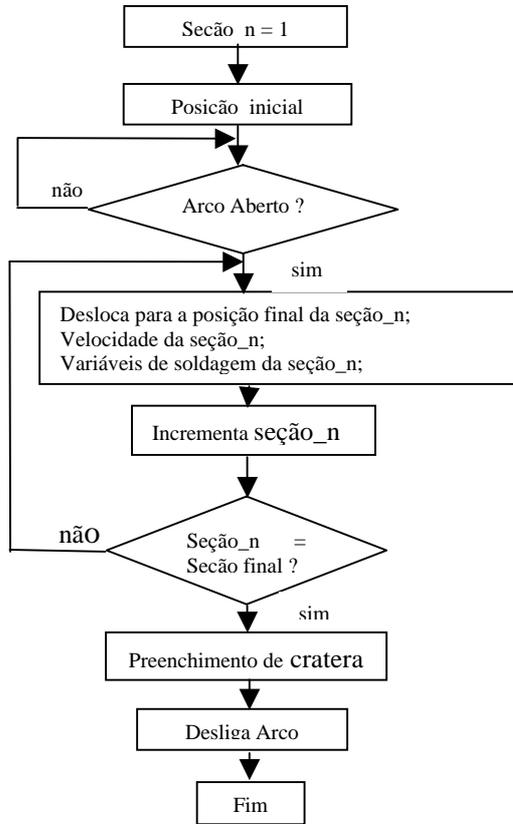


Figura 5: fluxograma de operação do sistema.

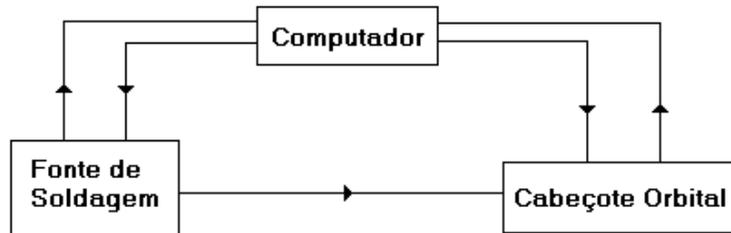


Figura 6: Topologia com gerenciamento remoto.



Figura 7: topologia com a fonte de soldagem como mestre.

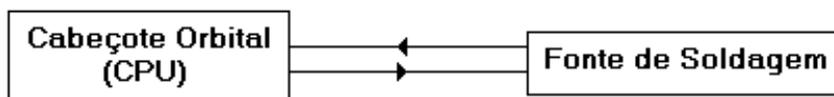


Figura 8: Topologia com o Cabeçote Orbital como mestre.

Nesta topologia o cabeçote orbital é o responsável pelo controle do sistema. A unidade de controle do cabeçote orbital envia as informações das variáveis de soldagem para a fonte dependendo da seção onde o eletrodo se encontra. A fonte retorna para o cabeçote o sinal de arco aberto para que o processo se inicie.

Analisando-se as três configurações a mais flexível seria a que contém o microcomputador. Por isso esta será utilizada na primeira fase de testes do cabeçote orbital. Entretanto, como o sistema de soldagem orbital deve ser transportável, o microcomputador torna-se inconveniente, pois é mais um equipamento a ser transportado e além disso tem-se um maior número de conexões e cablagem.

A opção com a fonte de soldagem controlando o sistema, é a mais interessante para o Laboratório de Soldagem por já possuir uma fonte de soldagem adequada para esta situação. No entanto, o cabeçote orbital fica preso a uma fonte de soldagem específica.

Por fim, a opção com o cabeçote controlando o sistema pode ser considerada a mais genérica, pois o mesmo pode conectar-se a diferentes fontes de soldagem. Por outro lado tem-se a falta de padronização dos sinais recebidos pelas fontes, fazendo com que o *hardware* e o *software* pelo menos contemplem as formas mais comuns de comunicação existentes.

5. Conclusões

Os testes mecânicos realizados com o sistema de movimentação apresentam bons resultados, mostrando um deslocamento suave do eletrodo em toda a periferia. Entretanto foram encontradas algumas dificuldades na confecção da tampa do alojamento das engrenagens, onde devem ser usinados os mancais dos eixos. Outra dificuldade encontrada estava no desenvolvimento de um componente capaz de garantir a eficiente mancalização da engrenagem que acopla o eletrodo e movimenta-o em torno dos tubos a serem soldados, e sendo que ao mesmo tempo sirva de ponte para a passagem da corrente elétrica, resultando na correta operação de soldagem.

Alguns testes foram realizados no *driver* de acionamento do motor, estando-se na fase de confecção da placa de controle.

6. Agradecimentos

Ao Prof. Dr. Jair Carlos Dutra pela ajuda prestada na elaboração deste trabalho.

Aos nossos colegas de trabalho pela cooperação e pelas tradicionais “pinceladas”.

8. Referências

- Fundamentals of Orbital Tube Welding – Pro-Fusion Technologies 2000, Inc.
SHIGLEY, J.E., Elementos de Máquinas, vol. 1 e 2. Rio de Janeiro: LTC Editora. 1984.
POPOV, E.P., Introduction to Mechanics of Solids, New Jersey –EUA, Prentice-Hall INC. EUA, 1968.
NORTON, R. L., MACHINE DESIGN – An Integrated Approach., Prentice-Hall – Upper Saddle River, New Jersey 1996.
STEMMER, C.E., Ferramentas de Corte I – 5ª Edição – Editora da UFSC.
VAN VLACK, L.H., ELEMENTS OF MATERIALS SCIENCE – 12th Edition – ADDISON-WESLEY PUBLISHING COMPANY, INC.
NSK BRASIL LTDA, Catálogo de Rolamentos.
NSK Bearing Doctor – Diagnóstico Rápido de Ocorrências em Rolamentos.
Rolamentos FAG Ltda, Montagem de Rolamentos – Publ. nº 80 100/3 PB.
Rolamentos FAG Ltda, Rolam. e Acessórios – Catálogo WL 41 520/3 PB.
Minimotor SA, Catálogos de Minimotores e Redutores.
QTC - Quality Transmission Components, Catálogo de Engrenagens .
Medias Professional –Informações Técnicas e Catálogo de Rolamentos - INA Brasil Ltda.
DAY BRASIL – GUIA DE PRODUTOS PARA INDÚSTRIA – 10100/04.00 – São Paulo/SP.
ELESA - GANTER GRIFF – ELEMENTI NORMALIZZATI DI POSIZIONAMENTO, REGOLAZINE E MANOVRA – Catalogo 057 – R9/98. Milano – Itália.
Tabellenbuch Metall – VERLAG EUROPA-LEHRMITTEL – Nourney, Vollmer GmbH & Co.
PROTEC - Projetista de Máquinas - Elementos de Máquinas – Molas, Pág. 4-214.
Desenho Técnico Mecânico Vol. 2 – Escola Técnica Tupy (E.T.T.), Dimensionamento de Molas, Pág. 59.
GONÇALVES JR, A. A . METROLOGIA 1997-2. LABMETRO - Florianópolis -SC.