

SISTEMA PARA VERIFICAÇÃO DE TRAJETÓRIAS DE OSCILAÇÃO EM SOLDAGEM AUTOMÁTICA

Guilherme de Santana Weizenmann, guilherme.weizenmann@labsolda.ufsc.br¹
Régis Henrique Gonçalves e Silva, regis.silva@labsolda.ufsc.br¹
Jair Carlos Dutra, j.dutra@labsolda.ufsc.br¹

¹Universidade Federal de Santa Catarina, Campus universitário - Trindade 88040-900 | Florianópolis | SC

Resumo: É comum em processos de soldagem automatizada a utilização de movimentações especiais, como oscilações triangulares, trapezoidais, senoidais, switchback, entre outras que podem ser programadas pelo usuário. Contudo, há uma enorme diversidade de manipuladores no mercado, com diferentes dinâmicas de aceleração e formas de programação. Esta grande variedade trás problemas para indústria e pesquisas relacionadas à área da soldagem pois, diferentes dinâmicas de movimentação trazem também diferentes características ao cordão de solda, podendo ser o limiar entre um processo funcional ou fracassado. Para avaliar estas diferenças, e poder fazer a transição mais adequada de processos de um manipulador para outro, desenvolveu-se um sistema de aquisição do posicionamento do efetuador. O sistema consiste em transdutores potenciométricos de deslocamento, que convertem a posição em sinais de tensão elétrica que são adquiridos e enviados para um computador, onde podem ser tratados e avaliados. Foram realizados testes com o robô antropomórfico SIA-10 da Motoman e com manipulados cartesiano Tartilopes-V2 da SPS. O sistema revelou diferenças e particularidades de cada manipulador e também trouxe melhoras na aferição e desenvolvimento e de novos projetos.

Palavras-chave: soldagem, soldagem automática, oscilação, trajetórias.

1. INTRODUÇÃO

Quando se fala a respeito de sistemas automáticos para o deslocamento da tocha de soldagem, geralmente os robôs mais comercializados na indústria são os do tipo antropomórfico, Figura 1, devido a sua ampla flexibilidade e espaço de trabalho. Contudo, há dificuldade de implementação desse tipo de robô em algumas situações, como a soldagem de dutos em campo, exigindo o uso de manipuladores especiais específicos para tal função, como os manipuladores cartesianos e orbitais, Figura 2 (Carvalho, 2009).

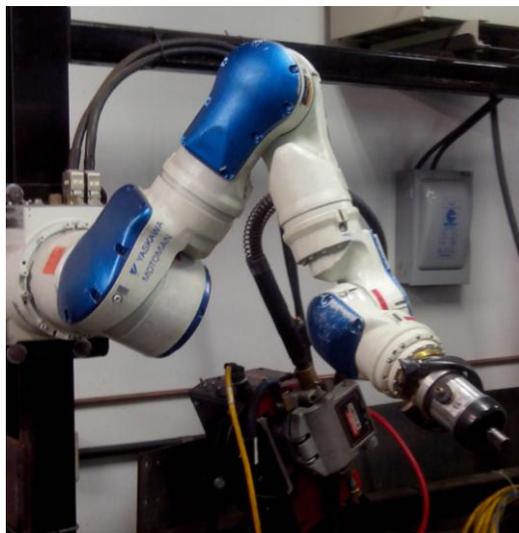


Figura 1. Robô do tipo antropomórfico Motoman SIA-10

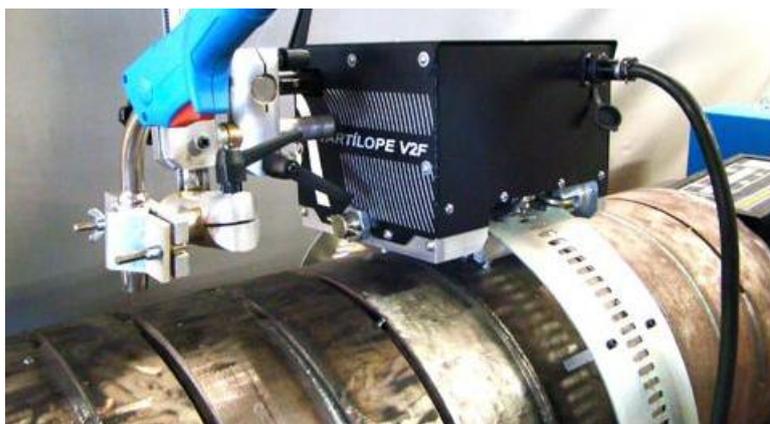


Figura 2. Manipulador de solda Tartílope V2F desenvolvido para soldagem orbital de tubos

Contudo, em trabalhos realizados no LABSOLDA-UFSC, percebeu-se que devido a diversidade de fabricantes e tipos de manipuladores, há diferenças de dinâmica de movimento, além de diferenças entre os controladores, de forma que processos programados da mesma forma em robôs distintos têm comportamentos diferentes podendo comprometer a qualidade dos cordões de solda. A oscilação em soldagem é frequentemente utilizada, movendo a tocha de um lado para o outro, perpendicular à direção do cordão, formando trajetórias triangulares ou trapezoidais, normalmente com o objetivo de aumentar a largura do cordão de solda.

Para facilitar a migração de um processo estudado em um manipulador para outro, iniciou-se o presente desenvolvimento buscando uma forma de avaliar as trajetórias executadas, dando ênfase, neste trabalho, aos movimentos de oscilação.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para avaliar os movimentos foi utilizado um sistema de medição de deslocamento potenciométrico Burster 8713-50 (Figura 3) com 50 mm de curso que funciona como um resistor variável (trimpot), convertendo o deslocamento em variação da resistência, formando um divisor de tensão, Figura 4. A resistência do sensor varia de 0 a 1 k Ω linearmente com erro máximo de 0,3 % garantido pelo catálogo do fabricante (Burster). O sinal de tensão pode ser facilmente lido e convertido para unidades métricas.

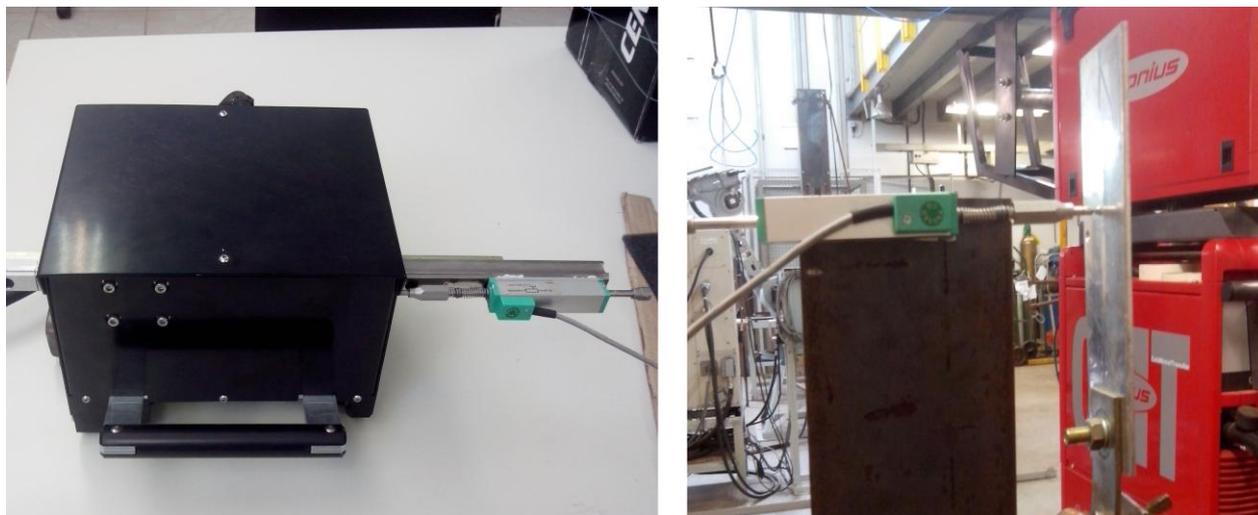


Figura 3. Medidor de deslocamento potenciométrico Burster 8713-50 medindo no Tartílope V2 (esquerda) e no Motoman SIA-10 (direita)

O medidor é preso longitudinalmente ao movimento que se deseja avaliar, a variação de tensão é adquirida a uma frequência de 1 kHz e convertida por um microcontrolador AVR ATmega 328 com conversor A/D de 10 bits que envia os dados para um computador com um programa desenvolvido em C#, aonde os dados podem ser pré-visualizados graficamente e salvos em planilhas para serem tratados e analisados pelo usuário, Figura 5.

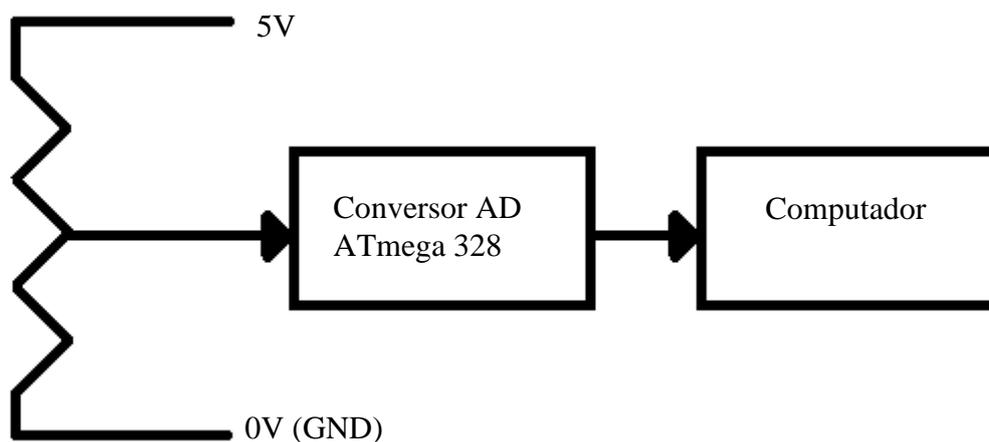


Figura 4. esquema funcional do sistema de medição de movimento

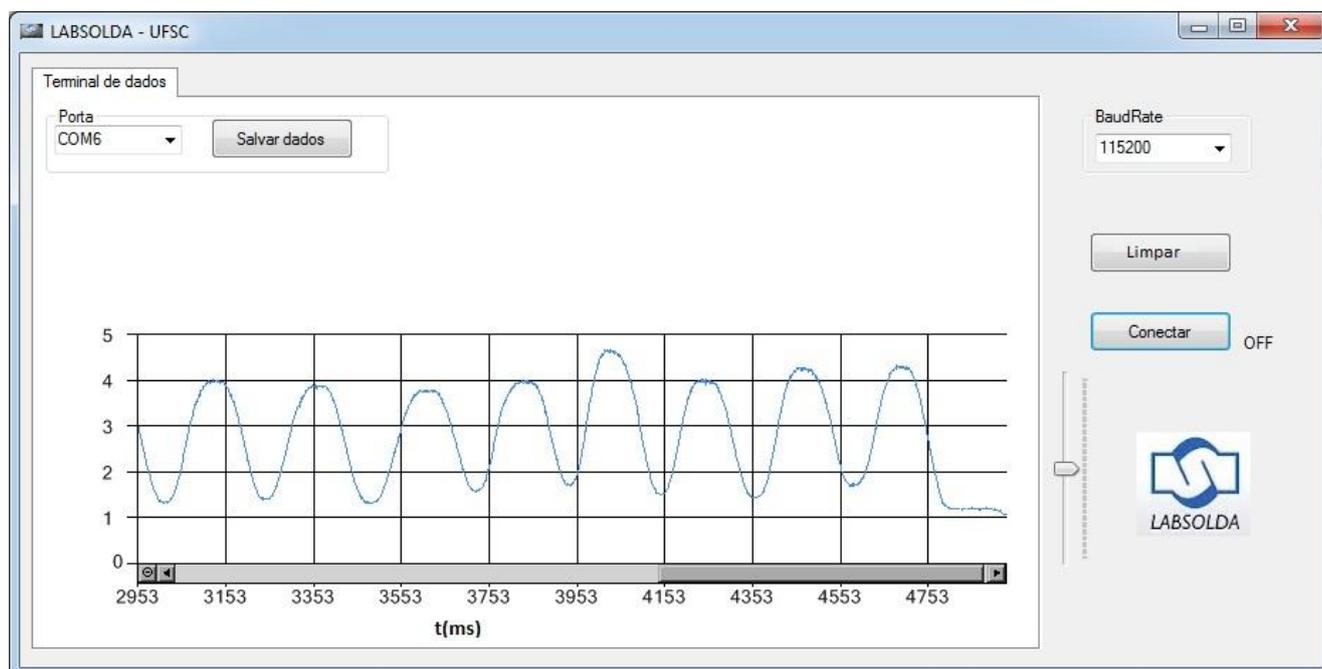


Figura 5. Sistema aquisição de dados desenvolvido no LABSOLDA

Foram realizados ensaios padronizados para todos os manipuladores, com velocidade de soldagem 50 cm/min e amplitude da oscilação de 8 mm, variando a frequência de oscilação de 0,5 à 7 Hz calculando-se as amplitudes a frequências médias no trajeto.

3. RESULTADOS

Com os dados coletados foram montados diagramas, onde pode-se perceber que nos primeiros ensaios a amplitude estava ligeiramente maior no Motoman em comparação com o Tartilope, Figura 6. Tal fato deve-se a diferente definição de amplitude do movimento: no Tartilope V2 considera-se como amplitude o total espaço percorrido de uma ponta a outra do movimento, enquanto o Motoman SIA-10 é condizente com o conceito de amplitude derivado da física, o dobro do executado no Tartilope. Tal diferença na amplitude real pode, por exemplo, em um procedimento de preenchimento bem executado no SIA-10, se repetido no Tartilope V2 com os mesmos parâmetros de movimentação e da fonte de soldagem regulados, resultar possivelmente em falta de material depositado nos flancos.

Percebe-se, também, em ambos uma diminuição da amplitude real com o aumento da frequência, assemelhando-se à característica de um sistema passa-baixa, mais acentuado no Motoman SIA-10 devido a sua estrutura cinemática, que depende de uma cadeia maior e mais complexa de atuadores, Figura 7. Para evitar erros ainda maiores o controlador da Motoman não permitiu a execução de programas com frequências superiores a 3,5 Hz para as amplitudes desejadas. O Tartilope apesar de manter a amplitude quase constante possui folgas no sistema mecânico que podem justificar a diferença de aproximadamente dois milímetros do programado.

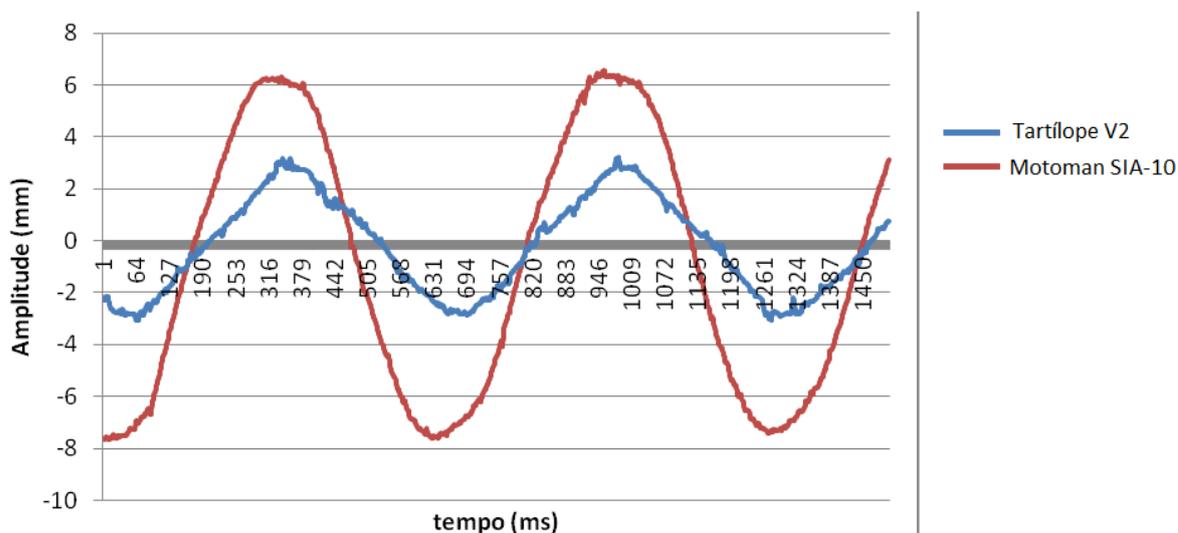


Figura 6. Ensaios com amplitude de oscilação de 8 mm 1,5 Hz

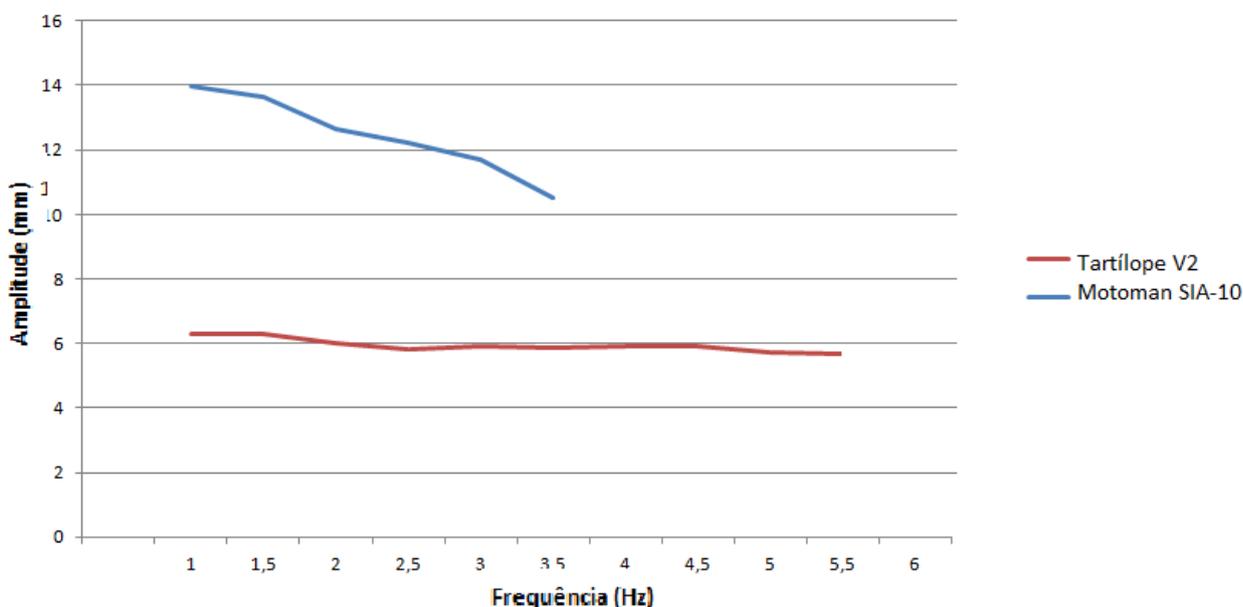


Figura 7. Gráfico de frequência x amplitude real em oscilações programadas com 8mm

A frequência demonstrou-se fiel ao programado para os dois manipuladores, com exceção nos testes realizados no Tartilope acima de 5 Hz, nestes casos o controlador atingiu um limite de 5,4 Hz independente dos valores programados no controlador.

4. CONCLUSÃO

Os experimentos demonstraram que o sistema desenvolvido é eficiente para avaliar os movimentos de oscilação, revelando diferenças críticas entre os dois manipuladores, como a diferença na amplitude real, evidenciando que o sistema mecânico e de controle pode ter grande influência sobre o resultado final do cordão.

O sistema também contribui para validação e migração de processos de soldagem realizados em diferentes sistemas de soldagem automática, pois medindo o movimento real executado nos dois sistemas é possível tentar ajustar os parâmetros para aproximá-los do desejado, ou simplesmente conhecer suas limitações. No caso do LABSOLDA as limitações encontradas nos Tartilopes, como folgas e limites de operação, podem ser utilizadas para realização de melhorias em projetos de manipuladores futuros.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Agência Nacional do Petróleo e Gás (ANP) pela concessão de bolsas de estudo

6. REFERÊNCIAS

- Carvalho, R. S., 2009, "Robô CNC para a Automação da Soldagem MIG/MAG em Posições e Situações de Extrema Dificuldade", dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil.
- MOTOMAN, 2001, "DX 100 controller, Robotic Arc welding Manual", Yaskawa Electric Corporation, Japão.
- SPS, 2012, "Tartilope V2 - Manual de Operação", Sistemas e Processos de Soldagem, Brasil.
- BURSTER, 2012, "Potentiometric Displacement Sensor 8713", Burster präzisionsmesstechnik, Alemanha.

7. RESPONSABILIDADE AUTORAL

O autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho.

SYSTEM FOR AUTOMATIC WELDING WEAVING TRAJECTORY VERIFICATION

Guilherme de Santana Weizenmann, guilherme.weizenmann@labsolda.ufsc.br¹

Régis Henrique Gonçalves e Silva, regis.silva@labsolda.ufsc.br¹

Jair Carlos Dutra, j.dutra@labsolda.ufsc.br¹

¹Universidade Federal de Santa Catarina, Campus universitário - Trindade 88040-900 | Florianópolis | SC

Abstract: *It's usual on automatic welding processes the use of special trajectories, like triangular, sinusoidal or switchback weaving. However, there are many kinds and manufacturers in the market, with different acceleration dynamics and programming. This big variety brings problems for welding related researches and industry, because different movement dynamics result also in different welding beads, and may be the contrast between a successful or a failed welding process. Trying to evaluate these differences it was developed a system for effector displacement acquisition. The system is built with potentiometric displacement transducers, the data is sent to a computer where it may filtered and evaluated. There were tested an anthropomorphic Motoman SIA-10 and a cartesian SPS Tartilope-V2. The system showed some peculiarity of each manipulator and also brought improvements to new projects developments.*

Keywords: *Welding, automatic welding, weaving, trajectory*