

Projeto de um manipulador dedicado a execução de soldagens automatizadas⁽¹⁾.

Ivan Luiz Hubert⁽²⁾, Laís Cindy Krüger⁽³⁾, Maurício César Campos⁽⁴⁾,
Nelso Gauze Bonacorso⁽⁵⁾, Rafael Pereira Pires⁽⁶⁾.

Resumo Expandido

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do Edital Universal de Pesquisa nº 12/2012/PRPPGI.

⁽²⁾ Professor e mestrando; IF-SC; Florianópolis, SC; ivan.hubert@gmail.com; ⁽³⁾ Aluna de iniciação científica; IF-SC; Florianópolis, SC; laiskruger11@hotmail.com; ⁽⁴⁾ Aluno de iniciação científica; IF-SC; Florianópolis, SC; cinho.c@gmail.com; ⁽⁵⁾ Professor pesquisador; IF-SC; Florianópolis, SC; nelso@ifsc.edu.br; ⁽⁶⁾ Mestrando; IF-SC; Florianópolis, SC; rafaelpp@gmail.com;

RESUMO: A soldagem a arco elétrico é um importante processo de fabricação, essencial à indústria, que usa para unir peças metálicas ou revestir superfícies. No Brasil, predomina a forma manual de executar esse tipo de soldagem o que implica nos problemas de repetibilidade, insalubridade, baixa produtividade e qualidade incerta. Por outro lado, os manipuladores de soldagem que solucionam os problemas mencionados, além de limitados no aspecto trajetória de soldagem, são provenientes do exterior com elevado custo de aquisição e de manutenção, o que torna pouco atrativo a sua aquisição. Com base no exposto, o presente artigo trata do projeto de um manipulador dedicado a execução de procedimentos tradicionais e avançados de soldagem a arco elétrico. Este equipamento mecatrônico possui uma cadeia cinemática mista de 5 graus de liberdade. Os 3 primeiros eixos do manipulador (X, Y e Z) são de movimentação linear com conexões do tipo série e os últimos eixos (A e B) produzem movimentos angulares pelo acionamento paralelo. As vantagens deste equipamento mecatrônico sobre os manipuladores atuais e os robôs antropomórficos estão na flexibilidade de execução das mais variadas trajetórias de soldagem, na facilidade de operação, leveza, facilidade de transporte e instalação em campo. Possui rigidez, grande velocidade de trabalho e, por ser modular, poder ter seu eixo X estendido. Com estas vantagens será possível produzir juntas soldadas, de união ou de revestimentos, com qualidade e produtividade superiores.

Palavra Chave: automação da soldagem, metodologia de projeto, projeto modular.

INTRODUÇÃO

Atualmente a soldagem a arco elétrico é o processo de soldagem mais utilizado para fabricação e manutenção em vários setores da indústria, tais como: automobilístico, naval, recuperação por revestimento de caldeiras em termoelétricos e de turbinas em hidroelétricas, transporte e armazenagem de petróleo e gás. Segundo (Carvalho, 2009) e (Lucas, 2011) com exceção do setor automobilístico, em todos os outros setores o tipo de soldagem predominante é o manual.

Devido a predominância do processo manual de soldagem há uma dependência a mão de obra especializada de soldadores. Além disso, esse tipo de profissional é cada vez mais escasso na indústria, devida a insalubridade do trabalho, em que o soldador fica exposto à radiação ocasionada pelo arco elétrico, a gases provenientes das reações químicas e respingos de gotas do metal fundido. Segundo (Gomes, 1995) e (Broering, 2005) o trabalho do soldador é fadigante pela necessidade de ajuste dos parâmetros de soldagem, controle da

qualidade do cordão de soldagem e em alguns casos a soldagem em posições desconfortáveis, ocasionando uma baixa produtividade.

A solução mais evidente seria a utilização de robôs industriais, mas segundo (Pires; Loureiro; Bömsjo, 2006) estes necessitam de uma grande rigidez em sua base e tem dificuldades de trabalho confinado ocasionando uma grande complexidade de transporte e instalação em campo.

Para a soldagem em campo segundo os fabricantes internacionais (Dyna Torque, 2012), (Polyoude, 2012) e (Bug-O systems, 2012) é aconselhável a aplicação de manipuladores dedicados, e com uma mecânica diferenciada. Suprindo a necessidade dos requisitos de rigidez, facilidade de transporte e instalação. Mas estes não são suficientemente flexíveis, rápidos e precisos para execução dos processos mais avançados de soldagem a arco elétrico. Os manipuladores que atendem essas necessidades tem um elevado custo de aquisição e manutenção.

Com base no exposto, o presente artigo descreve o projeto de um dedicado manipulador de soldagem para a execução de procedimentos,

tradicionais e avançados, de soldagem automatizada, conforme mostra a figura 1.

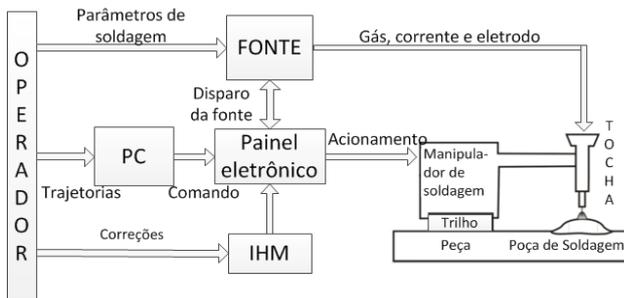


Figura 1 - Diagrama de blocos do sistema de soldagem automática.

METODOLOGIA

O desenvolvimento do manipulador dedicado a execução de procedimentos avançados de soldagem elétrica seguiu o modelo de referência do PRODIP - Processo de Desenvolvimento Integrado de Produtos (Back, 2008) nas fases de planejamento do projeto, projeto informacional, projeto conceitual, projeto preliminar e projeto detalhado, conforme mostra a figura 2.

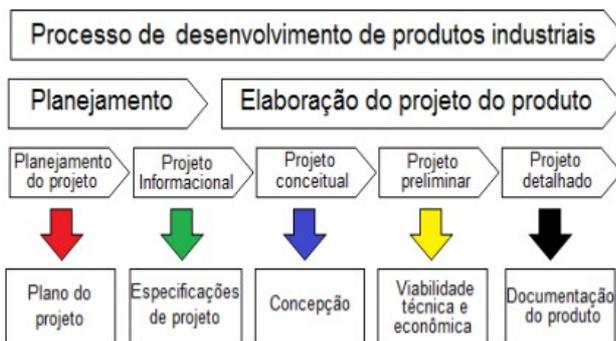
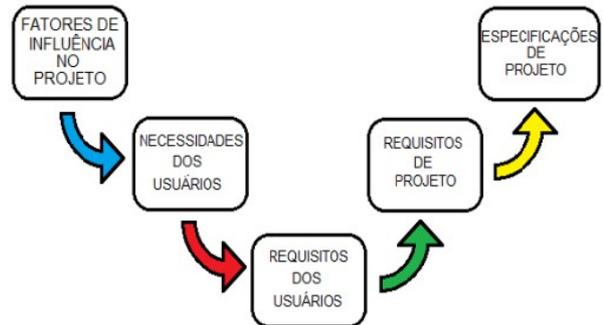


Figura 2 - Esquematisação parcial do processo de desenvolvimento do produto.

Projeto informacional

No projeto informacional, através da ferramenta QDF - *Quality Function Deployment* foi definidas as especificações de projeto baseadas nos requisitos operacionais das aplicações, conforme mostra a Figura 2. Nesta fase, também foi realizado uma busca das especificações técnicas dos equipamentos comerciais.

Figura 2 - Fluxo de informações na fase do projeto informacional.



As principais especificações do projeto do manipulador foram: 5 graus de liberdade, acionamento elétrico em malha fechada de posição, transmissões de movimentos isentos de folgas mecânicas, resolução menor que 0,1 mm para os eixos lineares e menor que 0,05 grau para eixos rotativos, velocidade de posicionamento da tocha de soldagem maior que 500 mm/s, capacidade de carga maior que 2 Kg, possibilidade de espanção por trilho modular e espaço mínimo de trabalho de 1000 mm em X, 200 mm em Y e 100 mm em Z.

Com base nestas especificações levantadas na fase informacional, foi desenvolvido o modelo funcional do produto, no qual foram divididos os problemas do projeto, modularizado e depois aplicado a síntese funcional para cada um dos módulos, figura 3.

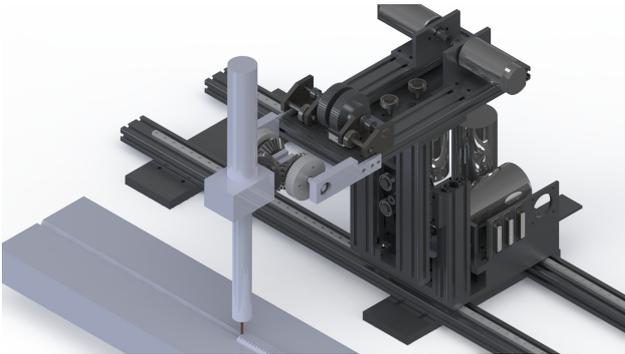


Figura 3 - Modularização do produto proposto.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para atender as especificações foi projetado um manipulador com 3 eixos lineares iniciais X, Z e Y responsáveis pelo posicionamento e 2 eixos rotativos, A (*pitch*) e B (*roll*), para orientação da tocha de soldagem, conforme mostra a figura 4. Para facilitar a fabricação do manipulador foi usado em seu projeto perfis de alumínio 20x20 mm e 20x40 mm além de guias lineares e patins.

Figura 4 - Modelo da cadeia cinemática do manipulador.



O posicionamento é realizado por um estrutura cinemática do tipo série formada por 3 eixos (X, que é o trilho, Z e o Y). Para orientação da tocha foi projetado uma cadeia paralela para a obtenção dos ângulos de pitch, ao redor de X, e de roll, ao redor de Y, num espaço reduzido.

Neste sistema são utilizadas 3 engrenagens cônicas onde duas destas acionam uma terceira que, por sua vez, altera tanto a orientação quanto o posicionamento da tocha de soldagem. Ao acionar as duas primeiras engrenagens no mesmo sentido, conforme mostra a figura 5, ocorre o movimento de pitch do flange do manipulador.

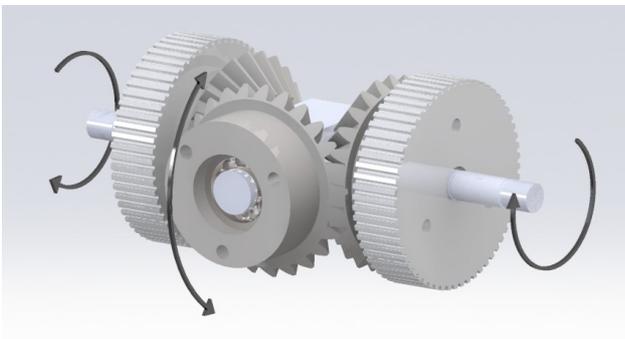


Figura 5 - Movimento de *pitch* do flange do manipulador.

Ao acionar as duas engrenagens em sentidos contrários, conforme mostra a figura 6, ocorre o movimento de roll do flange do manipulador.

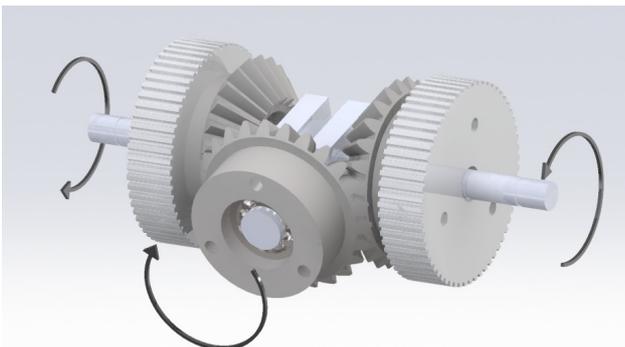


Figura 6 - Movimento de *roll* do flange do manipulador.

Uma placa de interface de simples face foi também projetada com a finalidade de amplificar, adequar e isolar os sinais elétricos de comunicação da porta paralela do computador com o sistema de soldagem, conforme mostra a figura 7.

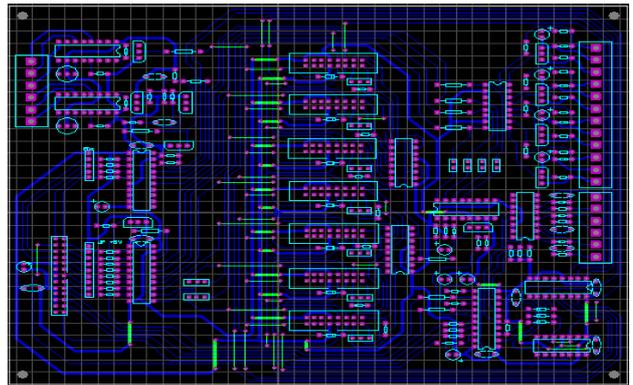


Figura 9 – Layout da placa de interface.

Esta placa de interface tem a capacidade de comandar até 7 eixos e a respectiva lógica de proteção.

CONCLUSÕES

Este trabalho demonstra que é possível projetar um compacto manipulador e sua interface de comunicação para execução de procedimentos tradicionais e avançados de soldagem usando componentes padronizados e de baixo custo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao IF-SC e ao CNPq pelo suporte financeiro, técnico e administrativo.

REFERÊNCIAS

CARVALHO, R. S. **Tartilope V4: Robô CNC para a Automação da Soldagem MIG/MAG em Posições e Situações de Extrema Dificuldade**. Florianópolis: Dissertação de Mestrado, Dept. Engenharia Mecânica, UFSC, 2009.

LUCAS, R. P. **Sistema de Geração de Trajetórias em Manipulador Cartesiano para Aplicações na Soldagem Naval**. Florianópolis: Dissertação de Mestrado, Dept. Engenharia Mecânica, UFSC, 2011.

FEDELE, R. A. **Soldagem na Indústria Naval Moderna: Materiais e Processos**. Revista Soldagem e Inspeção. Ano 6. Nº 9 – Suplemento Técnico BR, 2000.

BROERING, C. E. **Desenvolvimento de sistemas para a Automação da Soldagem e do Corte Térmico**. Florianópolis: Dissertação de Mestrado, Dept. Engenharia Mecânica, UFSC, 2005.

GOMES, J. da R. **Saúde do trabalhador em operações de soldagem**. Revista Brasileira de Saúde Ocupacional, N49 - Vol. 13, 1985.

PIRES, J. N.; LOUREIRO, A. & BÖLMSJO, G. **Welding Robots – Technology, System Issues and Applications**. London: Springer, 2006.

DYNA TORQUE. **Automatic Welding System**. Disponível em: <http://www.dyna-torque.com/index.php?>

[Itemid=27&id=31&option=com_content&view=article](#), Acesso em: 25 de maio de 2012.

POLYSOUDE. **Welding Manipulators & Peripherals**. Disponível em: <http://us.polysoude.com/welding-manipulators-peripherals/blog>, Acesso em: 25 de maio de 2012.

BUG-O SYSTEMS. **All Position Overlay System**. Disponível em: <http://www.bugo.com/overlay%20system.html>, Acesso em: 25 de maio de 2012.

BACK, N. [et al.]. **Projeto Integrado de Produtos: planejamento, concepção e modelagem**. – Barueri, SP: Manole, 2008.

PINTO, A. K. [et al.]. **Manutenção Função Estratégica**. Rio de Janeiro: Qualitymark Ed., 2001.