

## Projeto de um dispositivo de baixo custo para automatização de equipamento de soldagem GMAW

### Design of a low-cost device for automation of GMAW welding equipment

#### RESUMO

Neste trabalho foi realizado o desenvolvimento de um projeto de dispositivo CNC para automação de um equipamento manual de soldagem GMAW (*Gas Metal Arc Welding*). A modelagem 3D do equipamento bem como a seleção de materiais de baixo custo foram realizadas. A fabricação das partes mecânicas para o desenvolvimento do protótipo foi realizada de forma parcial. O total de custos com materiais para fabricação e componentes comerciais totalizou R\$ 1027,54, excluindo-se gastos com mão de obra, energia elétrica, depreciação dos equipamentos de fabricação, componentes doados ou reaproveitados e consumíveis dos processos de fabricação. O dispositivo CNC deverá ser finalizado e a partir daí contribuirá para proporcionar maior precisão ao processo de soldagem GMAW.

**PALAVRAS-CHAVE:** Comando numérico computadorizado. GMAW. Automação.

#### ABSTRACT

In this work, the development of a CNC device project for the automation of a manual welding equipment GMAW (*Gas Metal Arc Welding*) was carried out. 3D modeling and low cost materials selection was carried out. The manufacture of mechanical parts for the prototype development was partially concluded. The total costs including manufacture materials and commercial components was R\$ 1027,54, excluding expenses with labor, electricity, depreciation of manufacturing equipment, donations or reused components and consumables for manufacturing processes. The CNC prototype is wet to be finalized and then it will provide greater precision welding with GMAW process.

**KEYWORDS:** Computer numerical command. GMAW. Automation.

Luciano Hisashi Oride Matsuta

[hiashiluciano@gmail.com](mailto:hiashiluciano@gmail.com)

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Guarapuava, Paraná, Brasil

Viviane Teleginski Mazur

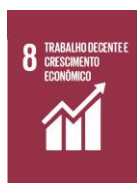
[vivianemazur@utfpr.edu.br](mailto:vivianemazur@utfpr.edu.br)

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Guarapuava, Paraná, Brasil

**Recebido:** 19 ago. 2020.

**Aprovado:** 01 out. 2020.

**Direito autoral:** Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



## INTRODUÇÃO

O comando numérico computadorizado (CNC) é uma tecnologia de automação que tem o intuito de aumentar a agilidade dos processos de produção e possui ampla aplicação industrial. Quando aplicada a processos de fabricação de usinagem ou soldagem, por exemplo, a tecnologia CNC dispensa o uso de gabaritos e reduz erros dimensionais e de forma, podendo-se trabalhar com tolerâncias mais estreitas (SILVA, 2008). Os equipamentos CNC se adaptam facilmente a diversos tipos de máquina-ferramenta, como furadeiras, tornos, fresadoras e equipamentos de soldagem a arco elétrico, como é o caso da soldagem *Gas Metal Arc Welding* (GMAW).

Muitos processos de soldagem a arco elétrico são utilizados com operação manual, principalmente na área de manutenção de industrial. Na operação manual, não há controle dos parâmetros do processo como a velocidade de soldagem e quantidade de calor de entrada. Outras desvantagens da soldagem manual incluem a dependência de mão de obra qualificada, tempo de processo elevado e falta de parâmetros para correlação com defeitos de soldagem, gerando uma quantidade maior de retrabalho. As principais causas do retrabalho são cordões com porosidade, falta de acabamento, fissuras e estética de má qualidade (FRAGA et al., 2013).

Fraga et al. (2013) estudaram como a implementação da soldagem GMAW automatizada trouxe vantagens para uma pequena empresa do ramo metalmeccânico e reportaram que houve redução de 58% do tempo de operação e 90% de aumento em produtividade. Além dessas vantagens, a automação de um sistema como o GMAW possibilita a deposição de revestimentos em chapas metálicas, utilizando arames de solda de diferentes ligas.

Neste trabalho foi desenvolvido o projeto de um dispositivo para automação CNC para máquinas de operação manual de soldagem GMAW, utilizando como material estrutural perfis de aço e sistemas de baixo custo para programação e controle. Além do projeto, o protótipo foi parcialmente desenvolvido.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Este projeto seguiu seis etapas, como mostra o fluxograma da Figura 1.

Figura 1 - Fluxograma de desenvolvimento do projeto



Fonte: Autoria própria (2020).

Para as Etapas 1 e 3 foram considerados três elementos de qualidade de um produto (MARTINS; LAUGENI, 2008), sendo I. Características operacionais principais, considerando o uso do dispositivo; II. Características operacionais adicionais, com foco em facilitar sua utilização e principalmente a etapa de fabricação; III. Durabilidade, que é um fator relacionado com o tempo de duração do produto até a sua deterioração física. Na Etapa 4 considerou-se a disponibilidade de componentes comerciais de baixo custo e acessíveis na cidade de Guarapuava, PR. O modelamento 3D dos componentes (Etapa 2) foi realizado utilizando o software Inventor (Autodesk). A Etapa 5 de fabricação foi realizada utilizando-se equipamentos disponíveis nos laboratórios de usinagem e soldagem da UTFPR-GP, incluindo: A) máquina de soldagem GMAW modelo HAWK255, com fonte HAWK338; B) serra fita mecânica horizontal Sramos 260; C) fresadora manual marca Diplomat com ferramenta de usinagem tipo fresa de topo de aço rápido com 6 mm de diâmetro, broca para metal em aço rápido de 5 mm para furação e broca de 7 mm para acabamento dos furos e retirada de rebarbas; D) lixadeira para acabamento. A programação do Arduíno não foi realizada devido a pandemia.

## RESULTADO E DISCUSSÕES

As características operacionais foram definidas conforme mostra o Quadro 1. Como o equipamento GMAW é de uso didático, muito utilizado durante as aulas de soldagem, foi necessário desenvolver um dispositivo CNC que pudesse ser facilmente acoplado e desacoplado, sem gerar modificações na tocha de soldagem. Também foi definido que o custo com componentes comerciais deveria ser o menor possível.

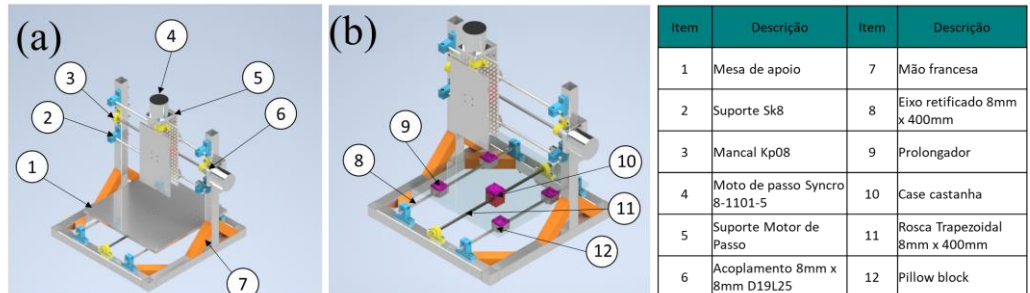
Quadro 1 – Necessidades do cliente definidas para o dispositivo CNC

Características	Descrição
I. Características operacionais principais	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Geral                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Não alterar as características do equipamento original.</li> <li>○ Ser de fácil montagem e desmontagem.</li> <li>○ Menor custo possível.</li> </ul> </li> <li>● Estrutura                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Possuir rigidez para não haver deslocamentos da estrutura durante o movimento.</li> <li>○ Suportar temperaturas elevadas.</li> <li>○ Suportar o peso da tocha, seu cabo e do arame que passa em seu interior durante a soldagem.</li> </ul> </li> <li>● Mesa de apoio                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ A mesa de apoio da amostra precisa resistir a temperatura e dissipar calor</li> </ul> </li> </ul>
II. Características operacionais adicionais	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Possuir área útil para soldagem de 150 x 150 mm.</li> <li>○ Sistema de coordenadas simples e de fácil implementação.</li> </ul>
III. Durabilidade	A seleção de materiais que atenderam aos requisitos da estrutura imprime a durabilidade necessária para uso em pesquisa de laboratório.

Fonte: Autoria própria (2020).

Considerando as características e requisitos apresentados, o projeto foi modelado em 3D, como mostra a Figura 2.

Figura 2 – (a) Modelo 3D CNC (b) Modelo 3D CNC s/mesa (c) Descrição dos componentes



Fonte: Autoria própria (2020).

Cada componente da Figura 2 foi colocado em uma coloração diferente para facilitar a visualização e identificação.

### COMPONENTES E MATERIAIS COMERCIAIS

A cotação e aquisição dos materiais para fabricação e componentes foi realizada entre os meses de dezembro de 2019 a março de 2020, como mostra a Tabela 1, totalizando um custo de R\$ 1027,54. Os demais componentes necessários são provenientes de doações e reaproveitamento de sucatas.

Tabela 1 - Componentes comerciais e seu custo, em dezembro de 2019.

Quant.	Descrição	Valor Total (R\$)
3	Driver Motor de Passo A4988 C/ Dissipador	56,70
1	CNC Shield V3 3D RepPap	29,90
1	Arduino Uno R3	64,90
1	Fonte 12 V, 30 A, 360 W, bivolt	69,85
1	Case para castanha Tr8	38,90
3	Fuso trapezoidal 8 mm x 400 mm	165,00
3	Castanha metal para Fuso tr8 8 mm	43,29
4	Eixo retificado 8 mm x 400 mm	63,88
8	Suporte T eixo retificado Sk8 8mm	157,84
8	Pillow Block 8 mm Sc8uu	134,88
3	Acoplamento 8 mm x 8 mm D19L25	53,40
2	Corrediça de gaveta trilho 40 cm	14,90
6	Chave fim de curso Kw11-7-3	72,00
1	Barra perfil Quadrado 30x30 6m	32,10
1	Chapa de aço AISI 1020 300 x 300 x 2 mm	30,00
<b>Total:</b>		<b>1027,54</b>

Fonte: Autoria própria (2020).

As partes da estrutura foram cortadas utilizando o perfil quadrado, com 300 mm de comprimento, conforme mostra a Figura 2(a). Para a união das partes da base foram utilizados tubos de 30 x 30 mm com 1,2 mm de espessura, cortados com o mesmo perfil para facilitar a montagem e soldagem. Depois de lixadas e limpas, as partes foram unidas por soldagem, conforme mostra a fotografia da Figura 3.

Para fixação dos motores de passo foi fabricado um suporte com furação correspondente ao sistema de fixação do motor de passo para posterior fixação com parafusos e porcas. A Figura 3(c) mostra o desenho 3D do suporte do motor de passo. A conexão entre o eixo do motor e o fuso foi realizada utilizando-se um acoplamento modelo D19L25.

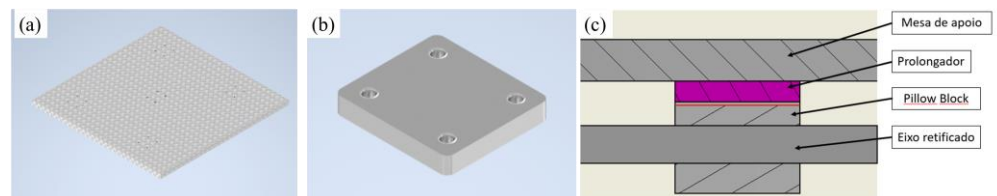
Figura 3 – (a) Estrutura CNC (b) suportes, eixos e eletrônicos (c) Suporte motor de passo.



Fonte: Autoria própria (2019).

A mesa de apoio projetada é mostrada na Figura 4(a). Após a montagem da mesa no *pillow block*, percebeu-se que ocorria colisão com o mancal do fuso KP08. Para elevar a altura de posicionamento da mesa de apoio foram confeccionados prolongadores, como mostra a Figura 4(b). O uso desses prolongadores permitiu que a mesa realizasse movimentos de até 150 mm nos eixos X e Y. Nos prolongadores a furação foi realizada conforme a furação já existente no *pillow block*. Os prolongadores foram fixados entre o *pillow block* e a mesa de apoio para aumentar sua distância no eixo Z do mancal, como mostra a Figura 4(c).

Figura 4 - (a) Mesa de apoio, (b) prolongadores e (c) montagem da mesa com prolongadores no *pillow block*.



Fonte: Autoria própria (2019).

## CONCLUSÃO

Neste trabalho foi desenvolvido o projeto 3D de um dispositivo CNC para automatizar a soldagem GMAW. Com os desenhos foi possível se obter um projeto que atende as necessidades, além de auxiliar as etapas de especificação de materiais comerciais e definição dos processos de fabricação. Os componentes mecânicos não comerciais foram fabricados e componentes comerciais de baixo custo foram adquiridos, totalizando R\$ 965,44. Deste custo excluiu-se mão de obra, energia elétrica, depreciação dos equipamentos de fabricação, componentes doados e consumíveis dos processos de fabricação.

A montagem do dispositivo foi realizada de forma parcial, pois devido a pandemia do CORONA-VÍRUS e restrições impostas ao uso de laboratórios da UTFPR-GP não foram concluídas as etapas de montagem e desenvolvimento dos sistemas eletroeletrônico. O dispositivo CNC construído deverá ser finalizado e a partir daí contribuirá para proporcionar um processo de soldagem de precisão, o que será interessante para realização de aulas e pesquisas.

## AGRADECIMENTOS

À Fundação Araucária pela bolsa de Iniciação Tecnológica Edital 03/2019 - PROPPG/PROREC - PROGRAMA INSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO TECNOLÓGICA E INOVAÇÃO DA UTFPR.

## REFERÊNCIAS

FRAGA, P. F.; CUNHA, W. C. T.; SOUZA, J. Automação no processo de solda MIG/MAG. In: **2º Seminário de Inovação e Tecnologia do IFSul**, 2013. Disponível em:  
[https://www.researchgate.net/profile/Jose\\_Souza18/publication/336829590\\_Automacao\\_no\\_Processo\\_de\\_solda\\_MIGMAG/links/5db441e4a6fdccc99d9eac8f/Automacao-no-Processo-de-solda-MIG-MAG.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Jose_Souza18/publication/336829590_Automacao_no_Processo_de_solda_MIGMAG/links/5db441e4a6fdccc99d9eac8f/Automacao-no-Processo-de-solda-MIG-MAG.pdf) . Acesso em: 03 set. 2020.

GEARY, D.; REX, M. **Soldagem - Série Tekne**. Porto Alegre: Bookman, 2013. Disponível em:  
<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788582600290/>. Acesso em: 03 set 2020.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. **Administração da Produção**. São Paulo: Saraiva, 2005. Disponível em:  
<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788502183551/>. Acesso em: 03 set 2020.

SILVA, S. D. D. **CNC Programação de Comandos Numéricos Computadorizados: Torneamento**. 8ª. ed. São Paulo: Érica, 2008. Disponível em:  
<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788536518251/>. Acesso em: 03 set 2020.