

Plataforma didática CNC para corte a laser adaptável para outras aplicações como impressora 3D e com possibilidades de programação paramétrica.

A. L. S. Castilho¹, C. Oliveira², J. S. Sousa³, C. L. Santos⁴

¹ Graduando em Engenharia de Controle e Automação, Bolsista PIBIFSP, IFSP, Campus São José dos Campos, andreluiz.castilho98@gmail.com.

² Graduando em Engenharia de Controle e Automação, IFSP, Campus São José dos Campos, caueo6563@gmail.com

³ Doutorado em Automação/Produção (Automatique/Productique) pelo Institut National Polytechnique de Grenoble e Professor EBTT do IFSP, Campus São José dos Campos sinohara@uol.com.br

⁴ Doutorado em Ciências e Tecnologias Espaciais pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica e Professor EBTT do IFSP, Campus São José dos Campos claudiosantos@ifsp.edu.br

Área de conhecimento (Tabela CNPq): 1.03.03.04-9 Sistemas de Informação

Apresentado no
8º Congresso de Inovação, Ciência e Tecnologia do IFSP
06 a 09 de novembro de 2017 - Cubatão-SP, Brasil

RESUMO: Este projeto apresenta as atividades desenvolvidas para adaptação de uma mesa convencional de corte CNC com um tubo de laser de CO₂ de 90W que será utilizada para realização de atividades de ensino e pesquisa no IFSP. Com este equipamento será possível realizar pesquisas em tratamento de superfícies de vários tipos de materiais utilizados na indústria, tais como: aços, ligas de titânio, ligas de alumínio, etc. A plataforma também poderá ser utilizada em processos que envolvam fusão e vaporização, como soldagem e corte. Uma das grandes vantagens da utilização do laser em processos envolvendo corte é a não utilização de contato entre a ferramenta e a peça para remoção de material. Em processos envolvendo tratamento térmico, além de não ser necessário a utilização de forno para aquecimento, o laser também possibilita altas taxas de resfriamento sem a ocorrência de trincas no material. Uma outra aplicação que poderá ser estudada com este equipamento é a deposição de revestimentos (cladeamento) para proteção de partes mecânicas. Além disso, busca-se também integrar os trabalhos desenvolvidos para que a plataforma possa ser facilmente integrável com outras máquinas e equipamentos em um contexto de indústria 4.0; tendo em vista que esta integração de sistemas será cada vez mais procurada e exigido da indústria brasileira para que possa manter a competitividade no mundo globalizado.

PALAVRAS-CHAVE: laser, CO₂, CNC, indústria 4.0, deposição, impressão 3D.

CNC Learning Platform with 90 W CO₂ laser adaptable to other applications as 3D printing with parametric programming possibilities

ABSTRACT: This work shows the activities involved in the adaptation of a conventional CNC table with a 90 W CO₂ laser tube that will be used in the learning and researching activities of the IFSP. With this equipment, it will be possible to develop researches in the surface treatments of several materials used in the industry, as steel, aluminium and titanium alloys. This equipment could also be used to study process that use fusion and vaporization, like welding and cutting. One of the main advantages of using the laser in these process is the absence of contact between the tool and the material. In process that uses thermal treatment, with the laser is not necessary the use of a furnace to heat the material, besides the fact that high cooling rates becomes possible without the appearance of cracks in the treated material. Another application that can be studied with this platform is the

cladding to protect mechanical parts from corrosion and wear. Besides the possibilities in the material processing areas, with the platform will be possible to integrate the developed works and make a comparison with the 4.0 industry ideas, whereas systems like this platform will be more searched and desired by the Brazilian to become possible to them keeping their competitiveness against the rest of the world.

KEYWORDS: Laser, CO2, CNC, 4.0 industry, deposition, 3D printing.

INTRODUÇÃO

Na indústria contemporânea, a busca pelas melhores soluções é cada vez mais necessária em todas as áreas possíveis de modo a diminuir as perdas e maximizar os lucros. Esse pensamento vem sendo reforçado cada vez mais com as ideias da indústria 4.0 que busca trazer inovações para o meio industrial.

Seguindo os ideais da indústria 4.0, através de uma mesa CNC comum, buscou-se construir uma mesa de processamento de materiais que utiliza um laser como ferramenta, com a finalidade de aumentar a precisão e a velocidade de processo e diminuir o desperdício para a produção. Este equipamento, além de possibilitar atividades de pesquisa em processamento de materiais, possibilita também a fabricação de partes tridimensionais pelo processo LOM (Laminated object manufacturing – manufatura de objetos laminados).

Devido a sua fácil programação e supervisão, o uso de lasers, e conseqüentemente, impressoras 3D já é considerado como um dos pilares da indústria 4.0. Com isso fica claro que o desenvolvimento de trabalhos nesse meio é uma interessante plataforma de aprendizagem tanto para o mundo acadêmico, quanto para o competitivo mercado de trabalho.

MATERIAL E MÉTODOS

A Figura 1 apresenta uma prévia do projeto da Mesa CNC com Laser de CO2. O sistema consiste de um feixe de laser de CO2 que é direcionado sobre a superfície do material que será submetido ao processamento, como corte ou tratamento térmico, através de espelhos e uma lente de focalização. O tempo de interação entre o feixe de laser e o material é controlado através de comando como “G01” da programação CNC. O sistema consiste também de uma placa EMC2, que envia os comandos aos drives de controle de motor de passo. A Figura 2 mostra uma imagem da mesa e do laser de CO2 de 90W adquirido para utilização neste projeto.

A adaptação da mesa foi realizada através do uso de programas de simulação como o *fusion* e o *Inventor* para calibrar e garantir que todos os espelhos e o feixe de laser estejam no mesmo nível quando a mesa for efetivamente montada, permitindo assim o movimento, sem riscos de desalinhamento por parte do feixe.

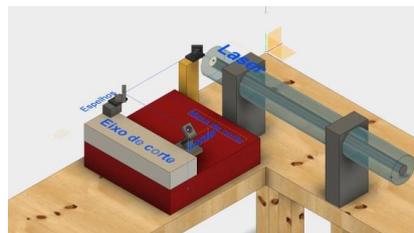


Figura 1: Projeto da Mesa CNC com laser de Co2 de 90 W.



Figura 2: tubo de laser de 90W, fonte de controle e alimentação, *chiller* para refrigeração do laser e mesa de movimentação acoplada a dois motores de passo.

A programação foi realizada através de uma extensão fornecida pelo *Ubuntu*, um programa que utiliza o sistema operacional *Linux* como base. O programa desenvolvido permite o controle da mesa CNC através do código G, uma linguagem de programação própria para máquinas de corte. A utilização desses recursos permitiu o fácil controle dos eixos utilizados pela mesa.

Para o movimento dos eixos foi utilizado um motor de passo de 1,8° por passo, no entanto, devido a necessidade de maior precisão para a máquina de corte, foram utilizados dois drivers externos para permitir a utilização de micros passos do motor.

De forma simplificada, o micro passo é uma forma mais complexa e precisa do que o comando na forma meio passo, sendo que no micro passo o fator principal a ser controlado é a forma e frequência da corrente elétrica nas bobinas e não do simples chaveamento em tensão. O limite desse tipo de passo é de uma divisão de cerca de 32 micro passos por passo; subdivisões menores que essa apesar de possíveis teoricamente, são raramente aplicáveis na prática devido à grande perda no torque do motor e que pode resultar em perda de passos em casos com de torque ou carga maior que a fornecida pelo motor. Isto pode acarretar, eventualmente, numa diminuição na precisão ao invés de um aumento.

Uma das vantagens do corte a laser é que devido à pequena carga carregada pelos motores dos eixos X e Y da mesa de corte é possível utilizar os drivers disponíveis, AKDMP5-5.0A, em sua subdivisão máxima de 40 micros passos. Desta maneira não haverá problemas ou necessidade de uma realimentação para monitorar a posição do motor devido à perda de passos.

RESULTADOS ESPERADOS E DISCUSSÃO

Através de testes de ensaio e medidas efetuadas pode-se verificar que os resultados obtidos são satisfatórios quanto à movimentação da mesa através do acionamento pela placa CNC e pelos motores de passo. Um CLP (Controlador Lógico Programável) foi instalado no sistema para possibilitar o controle da refrigeração do laser e para outros acionamentos, como por exemplo, proteção do sistema. Espera-se que o sistema esteja pronto para os testes de processamento de materiais até o final de agosto de 2017 e que possibilite resultados preliminares para apresentação no CONICT em novembro de 2017.

Entre algumas das aplicações iniciais da mesa, estão a possibilidade de corte de materiais como MDF ou até mesmo acrílico dependendo da velocidade de movimento do cabeçote do laser. Há também a possibilidade de tratamento de superfícies e deposição de revestimentos em substratos de aço carbono ou inoxidável. No entanto, existe a possibilidade da utilização do laser para a marcação de aço inoxidável para permitir que peças fabricadas sejam identificadas com códigos específicos durante sua produção permitindo possibilidades de rastreabilidade. A marcação a laser possui algumas vantagens quando comparada a outros tipos de marcação pois possibilita uma maior automação, produtividade, confiabilidade, durabilidade e o fato de não usar nenhuma ferramenta e contato externo. Essas vantagens não são apenas atraentes para uma empresa comum, mas podem estar também diretamente ligadas aos ideais da indústria 4.0, por fornecer uma opção mais barata, de fácil controle e integração.

CONCLUSÕES

Como a plataforma ainda está em fase final de montagem, não foi possível ensaiar o sistema no processamento efetivo de materiais. Espera-se que até a realização do CONICT a mesa esteja operacional e que seja possível obter resultados preliminares que possibilitem conclusões sobre o equipamento com relação à precisão, velocidade e adaptabilidade.

Ainda existem melhorias adicionais que poderão ser realizadas futuramente nesse trabalho de pesquisa, como a utilização da programação paramétrica, a comunicação da máquina com uma rede de dados mais complexa facilitando o monitoramento e a adaptação do projeto em uma impressora 3D para fabricação de partes tridimensionais.

REFERÊNCIAS

1. Bi, G.; Sun, C.; Chen, H.; Ng, F. L.; Ma, C. C. K. Microstructure and tensile properties of superalloy IN100 fabricated by micro-laser aided additive manufacturing. *Materials and Design* 60, 2014, pp. 401-408.
2. Boris Rottwinkel, Christian Nölke, Stefan Kaielerle and Volker Wesling. Crack repair of single crystal turbine blades using laser cladding technology. *Procedia CIRP* 22, 2014, pp. 263 – 267.
3. C. C. Ferraz, M. S. F. Lima, N. Volpato e G. Vasconcelos. Prototipagem Rápida: Fabricação com Laser. SICI (Seminário de Iniciação Científica do IEAv), 2007, pp. 13-14.
4. Guo, Nannan and Leu, C. Ming. Additive Manufacturing: Technology, Applications and Research needs. *Frontiers of Mechanical Engineering* 8, 2013, pp. 215 - 243.
5. J. QIA, K.L. WANGA, Y.M. ZHUB. A study on the laser marking process of stainless steel. *Journal of Materials Processing Technology* 139, p.273–276, 2003.
6. Oliveira, H. S. Tratamento Térmico com laser de CO2 de anéis automotivos recobertos com negro de fumo. São José dos Campos : Tese de Mestrado do ITA, 2014.
7. R Singh, D Kumar, S. K. Mishra and S. K. Tiwari. Laser cladding of Stellite 6 on stainless steel to enhance solid particle erosion and cavitation resistance. *Surface & Coatings Technology* 251, 2014, pp. 87 – 97.
8. Reis, J. L. Tratamento Térmico do Aço AISI M2 Via Laser de CO2. São José dos Campos : Tese de Mestrado do ITA, 2009.
9. RESTON CONDIT, DR. DOUGLAS W. JONES, MICROCHIP TECHNOLOGY INC. Stepping Motors Fundamentals [online] Disponível em: < <https://studylib.net/doc/18057219/an907---stepping-motors-fundamentals> > Acesso em 8 de Julho de 2017.
10. Robert Vaben, Maria Ophelia Jarligo, Tanja Steinke, Daniel Emil Mack and Detlev Stove. Overview on advanced thermal barrier coatings. *Surface & Coatings Technology* 205, 2010, pp. 939-942.
11. Santos, C. L. Estudo do Processo de Sinterização/Fusão de Stellite 6 com Laser de CO2 de 125 W. São José dos Campos, Tese de Doutorado do ITA, 2017.
12. Silva, A. F. Avaliação Tribológica da Aplicação de Lubrificantes Sólidos com Laser de CO2 em Atmosfera Ambiente em Aço AISI 52100. São José dos Campos : Tese de Mestrado do ITA, 2010.
13. VENTURELLI, M. Indústria 4.0: Uma Visão da Automação Industrial. 2014. Disponível em: < <http://www.automacaoindustrial.info/industria-4-0-uma-visao-da-automacao-industrial/> > Acesso em 8 de Julho de 2017.
14. Yao J et al. Surface laser alloying of 17-4PH stainless steel steam turbine blades. *Optics and Laser technology* 40, 2008, pp. 838-843.
15. Z.L. Lu, D.C. Li n, Z.Q. Tong, Q.P. Lu, M.M. Traore, A.F. Zhang, B.H. Lu. Investigation into the direct laser forming process of steam turbine blade. *Optics and Laser in Engineering* 49, 2011, pp. 1101 - 1110.