

APLICAÇÃO DAS FASES DO PROJETO INFORMACIONAL E CONCEITUAL EM MÁQUINA CNC DE FABRICAÇÃO DE PLACA DE CIRCUITO IMPRESSO

João Victor Magalhães Euzébio
Instituto Federal de Rondônia, Campus Calama - Porto Velho, Rondônia
joao.magalhaes@estudante.ifro.edu.br

André Marinho Luiz Barbosa
andre.marinho@estudante.ifro.edu.br

Esther Nunes Alves
esthernunes453@gmail.com

Ariadny Milena Silva Oliveira
ary.milena06@gmail.com

Artur Vitório Andrade Santos
artur.santos@ifro.edu.br

Resumo: O trabalho apresenta o desenvolvimento de uma máquina de comando numérico computadorizado (CNC) do tipo router para fabricação de placa de circuito impresso (PCI) para atender os discentes do curso de Eletrotécnica e Engenharia de Controle e Automação do Instituto Federal de Rondônia. A confecção de placas de circuito impresso por percloroeto de ferro é um processo lento, perigoso e frequentemente a retirada do cobre acontece de forma irregular em determinadas áreas da placa, o que pode comprometer o circuito eletrônico. Uma alternativa ao processo de fabricação é o uso de CNC que permite automatizar uma ou mais etapas de fabricação como corte, isolamento do circuito e/ou perfuração. A partir de pesquisas bibliográficas e levantamentos de repositórios eletrônicos, foi levantando possíveis CNC's de baixo custo a serem replicadas para atender as necessidades de confecção de PCI. A partir da dificuldade em encontrar os materiais para confecção das máquinas pesquisadas, foi proposto o emprego das Fases do Projeto Informacional e Conceitual para desenvolvimento de uma máquina de PCI. No projeto informacional foi levantado as informações de requisitos de clientes e requisitos de projeto com o intuito de verificar as características a serem empregadas na máquina e definição das especificações metas a serem utilizadas na máquina. Posteriormente o desenvolvimento do projeto conceitual e com a ferramenta Matriz Morfológica foram definidos os itens a serem utilizados na máquina. A máquina é constituída de impressão 3D e barra roscada, utilizando firmware e eletrônica open-source via Arduino. A área útil de corte é de 200x200mm, sendo possível fazer a usinagem e furação em placas fenolites de face simples. Através dos arquivos GERBER e software bCNC é possível usinar e controlar o processo de fabricação das PCI. O projeto mecânico, diagramas elétricos, peças 3D, fotos e operação da máquina podem ser verificados através do link para download disponibilizado. Por fim, foi verificado os erros de usinagem da máquina para verificar a qualidade do processo de fabricação de PCI.

Palavras-chave: Usinagem de PCI; Arduino; Modelagem CAD; Máquina CNC.

1. INTRODUÇÃO

Os processos de fabricação de placas de circuito impresso (PCI) variam dependendo da escala de produção e dos recursos disponíveis. Um dos processos de fabricação existentes é o de subtração do material de cobre da placa de fenolite, às vezes feita de maneira artesanal. O processo de elaboração de placas de circuitos impressos pode ser verificado através das informações disponíveis por Petry (2013), onde é possível verificar desde os cuidados a projetar a PCI com auxílio de algum software, até os materiais e métodos disponíveis.

Clasta (2008), descreve o passo a passo para confecção de PCI através do método por transferência térmica, que tem como principais etapas a impressão do circuito através de papel específico a partir de uma impressora LASER, transferência da imagem do circuito eletrônico para a placa de fenolite por ferro de passar em alta temperatura, corrosão do cobre via solução de percloroeto e limpeza final da placa confeccionada com bombril.

Dependendo das configurações da impressora e como a corrosão do material é feita, é necessária a aplicação do método mais de uma vez e até realizar acabamentos manuais.

Conforme Perché (2013), o método de transferência térmica é o mais utilizado em instituições de ensino, seja no ensino técnico ou graduação. Vinicius et. al (2013), descrevem uma alternativa de para facilitar a transferência do desenho em placas de circuito impresso, utilizando papel mais acetinado ao invés do tradicional papel couché. Como vantagens apresentadas, observou-se redução do tempo para transferência térmica para 5 a 8 minutos, antes 10 a 15 do papel couché. Outra vantagem foi a qualidade apresentada no circuito impresso confeccionado.

Gobbi (2014) apresenta como alternativa de confecção de PCI o uso de máquinas CNC (Comando Numérico Computadorizado). As máquinas CNC possuem como vantagens a realização de forma automática de um ou mais processos de confecção como corte, isolamento do circuito e perfuração. Neste método de confecção a CNC possui um motor que roda em alta velocidade, denominado spindle, e a partir de uma ferramenta de usinagem muito fina, possibilita a remoção do cobre da placa de fenolite, realizando a isolamento e confecção das trilhas da placa de circuito impresso.

Para possibilitar a confecção de uma placa de circuito impresso a partir de uma CNC, primeiramente é necessário a geração do arquivo através de algum software de desenvolvimento de PCI e a partir disso gerar o arquivo, seja imagem ou extensão GERBER que será utilizado para geração do código G e carregado na máquina CNC para desenvolvimento da placa. Moreira (2018), desenvolveu uma CNC de baixo custo para confecção de PCI, tendo como justificativa o tempo de fabricação, grande possibilidade de erros e a quantidade de produtos químicos envolvidos no processo baseado em transferência térmica.

Conforme apresentado por Gobbi (2014), às máquinas CNC comerciais para fabricação de PCI, dependendo da instituição de ensino, pode ser inviável. As máquinas proprietárias também apresentam hardware e software, que para a instituição de ensino, a manutenção torna-se muito custosa. Atualmente é possível solicitar a confecção da PCI através da China, como a fabricante JLCPCB (2022). Entretanto, dependendo do tempo para realização do projeto, o envio da PCI acaba demorando.

Além de Moreira (2018), outros autores já produziram máquinas CNC para fabricação de circuitos impressos de baixo custo. Como exemplo, na Fig. 1 esquerda, a máquina desenvolvida por Gobbi (2014). Ela tem custo total de produção de R\$1.790,00 produzida em chapa de alumínio, castanhas e fuso de esferas recirculantes. Utiliza um sistema de código aberto para controle de movimento da máquina baseado em Arduino através do software PCB-GCODE. O autor conclui que a máquina é eficiente, entretanto, como trabalhos futuros, indica a substituição dos fusos de rosca trapezoidal por fusos de rosca esférica, para diminuir o atrito na movimentação dos eixos e maior durabilidade das peças mecânicas. Na Fig. 1 direita, pode-se visualizar a placa de circuito impresso realizado pela máquina. Observa-se que a mesma não possui boa precisão, sendo que, em alguns cantos e retas, possui imperfeição.

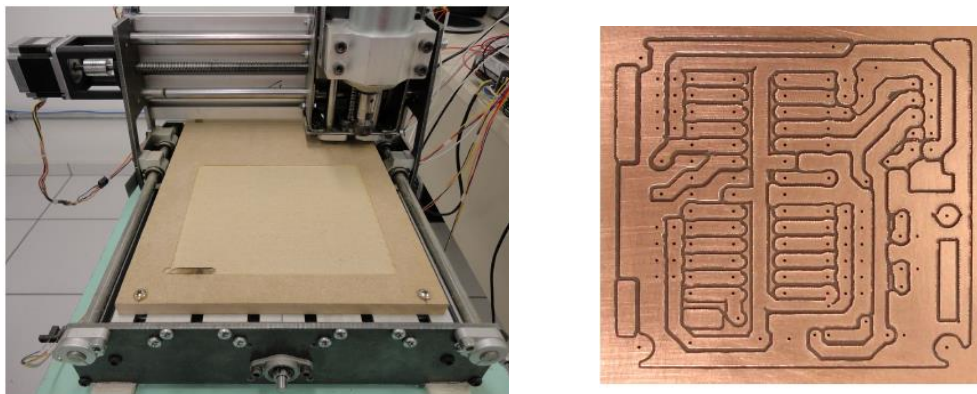


Figura 1. Máquina para fabricação de placas de circuito impresso (esquerda) e placa de circuito impresso feita na máquina de PCI (direita) (Moreira, 2018)

Yuri, Jander e Lucas (2015) desenvolvem uma máquina CNC para placas de circuitos impressos para telecomunicações de baixo custo conforme apresentado na Fig. 2 direita. A máquina possui como software de controle MACH3 e driver de comunicação Toshiba TB6560AHQ. A estrutura mecânica da máquina também é em alumínio, possuindo servo motor Nema 21. Conforme os autores, a máquina atingiu resolução de 0,0275mm de resolução, sendo necessário mais teste para definir a viabilidade nas mais diversas aplicações. Na Fig. 2 esquerda, observa-se a placa de circuito impresso realizada, diferente da primeira máquina, devido à resolução da máquina, o acabamento é muito melhor.

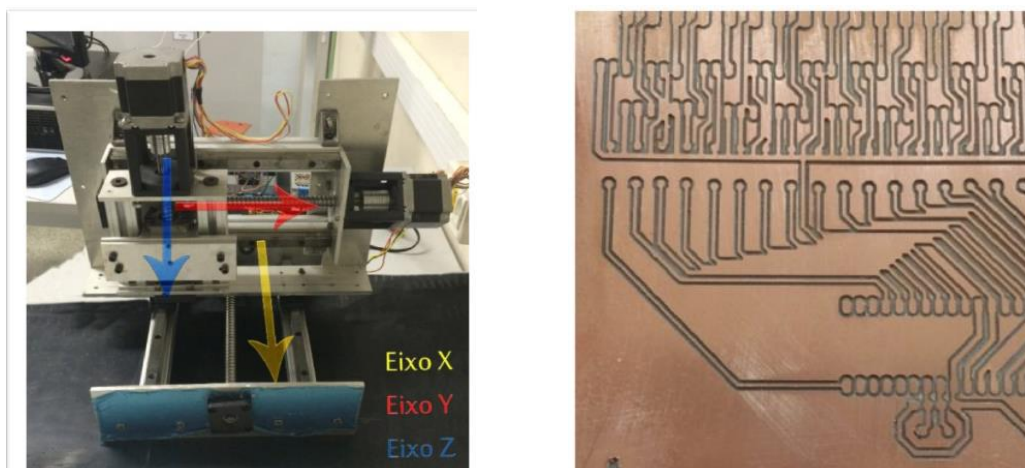


Figura 2. Máquina para fabricação de placa de circuito impresso (esquerda) e placa de circuito impresso feita na máquina de PCI (direita) (Yuri, Jander e Lucas, 2015)

Do contexto e das máquinas apresentadas, elas possuem estrutura rígida em alumínio e componentes difíceis de serem encontrados no mercado, principalmente na região Norte, em universidades e institutos federais. Essa pesquisa tem como proposta o desenvolvimento de uma máquina para PCIs com uma arquitetura de impressão 3D, até então não retratada na literatura. Para desenvolvimento da máquina é proposto o emprego das Fases do Projeto Informacional e Conceitual para desenvolvimento da máquina de PCI, conforme proposto pela Metodologia de Desenvolvimento de Produto (Ulrich e Eppinger, 2012).

2. METODOLOGIA

Conforme Ulrich e Eppinger (2012) o projeto informacional está relacionado às especificações do produto, verificando as características que serão adotadas no projeto. Sendo assim, para possibilitar o desenvolvimento da máquina, iniciou-se o planejamento do projeto pautado em pesquisas bibliográficas, análise de máquinas PCI já desenvolvidas e levantamento dos equipamentos que serão necessários para produção da máquina. As especificações da máquina PCB, foram levantadas, conforme necessidades dos clientes, neste caso, sendo os professores e alunos das disciplinas de eletrônica, projeto integrador e comandos numéricos computadorizados. Os requisitos levantados conforme o ciclo de vida do produto podem ser observados no Quadro 1.

Quadro 1. Requisitos dos clientes levantados

Ciclo de Vida	Requisitos
Projeto	Boa qualidade de usinagem de PCI
	Peças de Fácil Acesso
	Modularidade
	Robustez e Durabilidade
	Open Source
Capacidade	Área de Usinagem 150mm x 150mm
Operação	Fácil operação
	Fácil manutenção
Energia	Baixo Consumo de Energia
Economia	Baixo Custo

Através de ferramentas como diagrama de mudge e gráfico de pareto, apresentando no trabalho de Santos (2016), definiu-se os requisitos de clientes com maior importância para desenvolvimento do projeto, a partir das informações observadas, chegou-se a conclusão dos requisitos com maior importância sendo: 1. Boa qualidade de usinagem de PCI, 2. Peças de Fácil Acesso, 3. Fácil Operação e 4. Open-Source, uma vez que, a máquina será utilizada, em um primeiro momento, em instituições de ensino. Sendo assim, ao passo que precisa ter uma boa qualidade de usinagem da PCI para possibilitar o desenvolvimento dos projetos de placas de circuito impressos dos alunos, precisa ser de fácil operação e caso a máquina de problemas, as peças sejam de fácil acesso tanto para manutenção, quanto para montagem. O projeto também precisa ser open-source para possibilitar a replicação por outras universidades.

A partir dos requisitos de clientes, foram definidos os requisitos de produto e as especificações metas desejadas para máquina de circuito impresso, tendo como base as informações principais elencadas no Quadro 1. Foi-se elencado

requisitos de produto com o intuito de tornar o projeto viável ao desenvolvimento. As especificações metas elencadas a partir dos requisitos de produtos, podem ser observadas na Quadro 2.

Quadro 2. Especificações-Metas

Requisitos de Produto	Unidade	Valor-Meta	Maior/Menor
Interface Homem Máquina	-	Open-Source	-
Qualidade de Usinagem PCI	-	erro próximo a 5%	<
Custo total da produção	R\$	2000	<
Modular	-	Sim	-
Materiais reutilizáveis	-	Impressão 3D	-
Consumo de Energia	-	< 500W	<
Área Útil	-	200 mm x 200 mm	>

Indo para o projeto conceitual e para possibilitar a modelagem funcional, primeiro realizou-se a decomposição da função global (Usinar Placa de Circuito Impresso) ao nível de subsistemas relacionado a máquina de placa de circuito impresso. Posteriormente, a função global foi decomposta em subfunções com o intuito de gerar as funções principais envolvidas no desenvolvimento da PCI e quais os possíveis itens a serem utilizados. A função global e seu desdobramento podem ser visualizados na Figura 3.

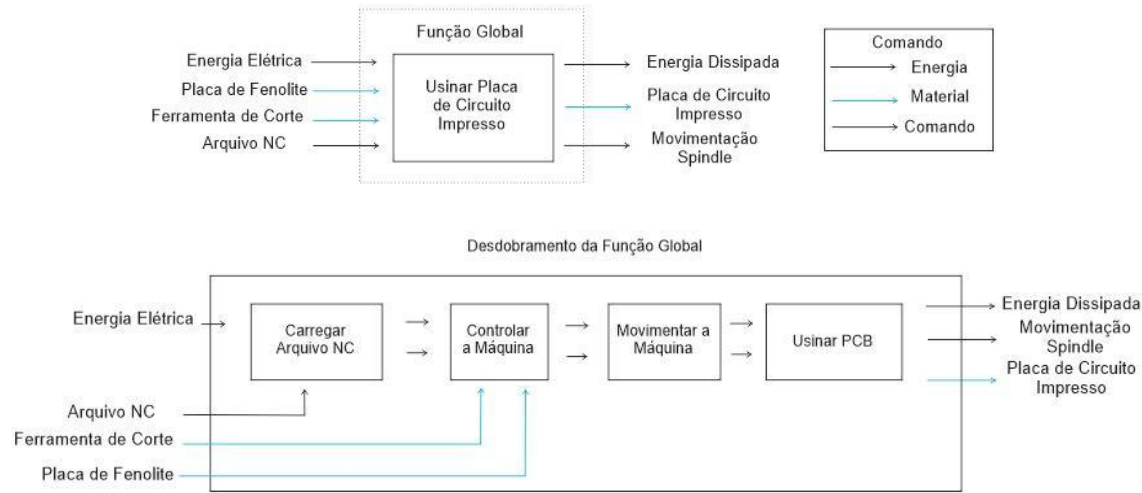
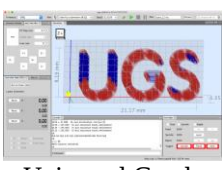


Figura 3. Função global e desdobramento da função global para a máquina de placa de circuito impresso.

De posse do desdobramento, utilizou-se da Matriz Morfológica para possibilitar a análise e observação dos princípios de solução possíveis para cada função identificada anteriormente. As possibilidades de construção da máquina foram elencadas no Quadro 3, conforme pode-se observar.

Quadro 3. Matriz Morfológica

Funções de 1º Ordem	Funções de 2º Ordem	Princípios de Solução		
		A	B	C
Carregar Arquivo NC	Software	 GRBL bCNC Controller	 Mach3 Controle CNC	 Universal Gcode Sender CNC

Controlar a máquina	Fonte de Alimentação	 Fonte ATX	 Fonte Chaveada	
	Hardware	 Arduino + CNC Shield	 Raspberry PI	 Banana PI
	Driver de Potência	 L298N	 ULM2003	 A4988
Movimentar a máquina	Definição da Velocidade	 Motor Nema 17HS4401	 Motor DC 12 V	 Motor 28BYJ-48
	Transmissão Mecânica	 Correia Dentada	 Fuso Trapezoidal	 Barra Roscada
	Delimitação de Dimensão	 Fim-de-curso Óptico	 Fim-de-curso Mecânico	
Usinar PCB	Ferramenta de Eixo Z	 Spindle	 Motor Elétrico + Porca Castanha	
	Estrutura da máquina	Barra Roscada + Impressão 3d	Frame de Alumínio + Impressão 3d	MDF + Impressão 3d

Com base na matriz morfológica, os materiais foram definidos para construção e elaboração do projeto CAD a ser desenvolvido. Pensando nos requisitos dos clientes, a solução foi proposta em relação ao tripé, restrição de material, orçamento e capacidade técnica da equipe. No Quad. 4 é apresentada a escolha e justificativa de cada princípio de solução utilizado na máquina.

Quadro 4. Escolha dos itens a serem empregados na máquina PCI

Funções de 1º Ordem	Função de 2º Ordem	Escolha
Carregar Arquivo NC	Software	GRBL bCNC Controller

Controlar a máquina	Fonte de Alimentação	Fonte ATX
	Hardware	Arduino + CNC Shield
	Driver de Potência	A4988
Movimentar a máquina	Definição da Velocidade	Motor Nema 17HS4401
	Transmissão Mecânica	Fuso Trapezoidal
	Delimitação de Dimensão	Fim-de-curso Mecânico
Usinar PCB	Ferramenta de Eixo Z	Spindle
	Estrutura da máquina	Barra Roscada + Impressão 3d

A partir da escolha dos materiais e solução a ser empregada na máquina, o conceito idealizado para desenvolvimento é apresentado na Figura 4.

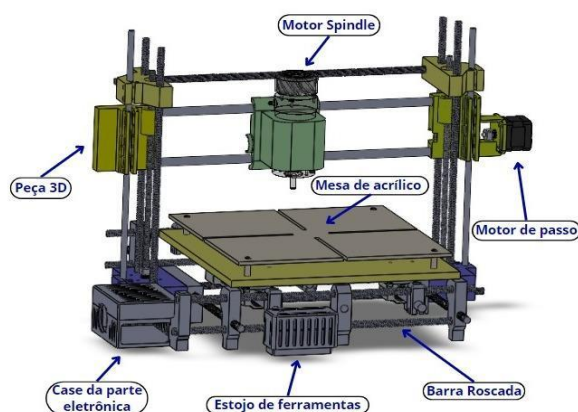


Figura 4. Projeto Mecânico elaborado para máquina PCI.

O projeto é desenvolvido com base em uma estrutura montada sobre peças de impressão 3d. e a estrutura rígida é feita totalmente com barras roscadas de baixo custo. A mesa de acrílico com cavidades, facilita a fixação das placas de fenolite. Vale ressaltar que as cavidades encontradas na mesa servem para auxiliar na fixação do mecanismo de nivelamento da ferramenta de corte, onde a partir de um par de ponta de prova, uma ponta é fixada em um parafuso na cavidade e outra no eixo do motor spindle para possibilitar captar o sinal de autonivelamento.

O trabalho desenvolvido é organizado com base no Modelo V, implementado no trabalho de Gausemeier e Moehring (2002), que categoriza um produto mecatrônico em 3 partes, sendo o projeto mecânico, projeto eletroeletrônico e o projeto de software de controle. Para desenvolvimento do projeto mecânico, foi utilizado software de desenho assistido por computador, possibilitando a elaboração das peças e montagem do mecanismo para visualização prévia do conceito projetado.

No projeto eletroeletrônico os componentes utilizados são encontrados facilmente no mercado nacional, possibilitando a reposição das peças em um curto período e sendo fácil ajuste. O diagrama simplificado do circuito pode ser visualizado na Fig. 5, onde podemos visualizar a conexão dos motores de passo ao CNC Shield através de Arduino. É importante ressaltar a necessidade dos drivers de potência A4988, bem como a fonte de alimentação para o circuito. Observa-se que foram utilizadas duas fontes de alimentação devido à necessidade de alimentação do motor Spindle ser de 24V e a eletrônica para os motores e Arduino de 12V. Outrossim, temos as “garras jacarés” que possibilitam o acoplamento na mesa de fenolite e o autonivelamento da máquina para uma perfeita remoção de material no momento da gravação das trilhas do circuito impresso.

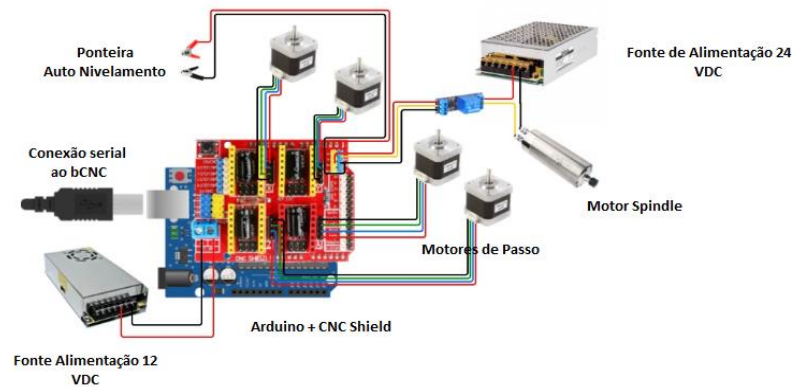


Figura 5. Diagrama de funcionamento do sistema

No projeto computacional, temos a inserção do firmware GRBL no arduino para possibilitar o controle da máquina através do software bCNC para fabricação de placas de circuito impresso. No software bCNC possibilita toda movimentação da máquina, controle de autonivelamento e ajuste dos parâmetros da máquina, tais como avanço, velocidade, entre outros. O software consegue interpretar um arquivo com a extensão .nc e fazer a conversão de movimentação para os eixos X, Y e Z da máquina.

Todo código implementado no Arduino para possibilitar o controle e peças em impressão 3D utilizado, pode ser encontrado facilmente através do QR-Code disponibilizado na seção resultados.

3. RESULTADOS

Na Fig. 6 esquerda, é mostrada a máquina CNC PCI desenvolvida baseado no projeto conceitual apresentado, juntamente com toda sua eletrônica já instalada. Na Fig. 6 direita, é mostrado a confecção e soldagem de uma determinada placa de circuito impresso.



Figura 6. Máquina CNC para PCI desenvolvida (esquerda) e placa de Circuito impresso desenvolvida e soldado os componentes (direita)

Todo projeto desenvolvido pode ser verificado através do QR code disponibilizado na Fig. 7, onde pode-se encontrar vídeos da máquina operando, fotos, lista de materiais, vídeo de PCI funcional desenvolvida pela CNC e arquivos STL para download. Ainda é necessário realizar a documentação de montagem do projeto aos possíveis interessados para replicação.



Figura 7. Código QR

Para possibilitar verificar a precisão da máquina e a qualidade das trilhas de forma genérica, cabe aqui ressaltar que para trabalhos futuros deverão ser realizados mais procedimentos de avaliação de precisão retratados na literatura, foi-se realizado a usinagem de uma placa de circuito impresso e medido o componente do eixo X e Y relacionado a um segmento de reta e paralelo. Na Fig. 8 é observado a placa de teste, sendo realizada a usinagem em uma placa com bordas externas 97mm x 55mm. A pretensão do teste é conferir se há diferença entre as dimensões inseridas nos parâmetros do projeto e as medidas reais de gravação, ou seja, o projetado e o medido. Para tanto, utilizou-se um paquímetro mecânico para aferir se há diferença. É importante ressaltar que podem existir erros de medição por ser realizado de forma manual.



Figura 8. Medição das dimensões de gravação feita na máquina CNC para análise de eficiência

Com o auxílio da ferramenta de medição utilizada, o resultado obtido foi de 97,2 milímetros de altura e 55,2 milímetros, observando-se uma diferença de 0,2 milímetros, tanto no eixo X quanto no eixo Y. Com isto, é possível verificar a precisão da máquina em relação ao desvio padrão do erro de paralelismo e repetibilidade da máquina. Vale destacar que o uso de um equipamento digital para medição mais automatizado, contribui para uma melhor medição, o que atualmente não é encontrado no laboratório em que a máquina foi desenvolvida. Na Tab. 1 é possível verificar os erros de medição em relação às amostras relacionadas aos eixos X e Y da máquina, baseado em uma relação simples de proporcionalidade.

Tabela 1 - Erros de medição relacionados ao desenvolvimento da máquina.

Erros de medição				
Medição	Projetada	Medida	% Erro eixo X	% Erro eixo Y
Amostra	97mm x 55mm	97,2mm x 55,2mm	0,20%	0,20%

Como a coleta de amostras relacionada a medição manual e imprecisão da medição, torna-se um complicador, os erros apresentados seriam melhor analisados através de mais amostras relacionadas aos eixos X e Y para verificação correta do desvio padrão do erro de paralelismo e repetibilidade da máquina.

4. CONCLUSÃO

A partir da proposta do projeto informacional e conceitual para desenvolvimento da máquina, seguiu uma metodologia para desenvolvimento, verificando a partir do ciclo de vida do produto e requisitos de cliente apresentado. Com as ferramentas utilizadas para desenvolvimento do projeto, possibilitou chegar no resultado apresentado tendo como objetivo as especificações metas levantadas. Das especificações propostas, apenas o custo total do projeto saiu das especificações, superando o orçamento previsto. Em relação à qualidade da usinagem da PCI estipulado em 5%, é necessário a utilização de ferramentas mais automatizadas, bem como mais amostras para um levantamento melhor. Entretanto, considerando os

aspectos visuais, observa-se que apresentou um resultado satisfatório, possibilitando a alocação e soldagem dos componentes na placa.

Todo o projeto é disponibilizado através do QR Code apresentado para download, sendo necessário ainda, o ajuste de algumas peças mecânicas, tais como acoplamento da máquina e também a criação de um manual de montagem ou roteiro em vídeo. Cabe ainda a representação melhor do diagrama de interligação dos componentes eletrônicos e ajuste das fontes de alimentação do projeto, pois atualmente estão sendo utilizadas duas fontes, uma para alimentar o arduino e outra para spindle.

Como proposta de melhoria, seria interessante ajustar o eixo Z da máquina para utilização de apenas 1 motor de passo, pois atualmente estão sendo utilizados 2 motores de passos, baseado em uma estrutura de impressora 3d. Também seria recomendado a inclusão de um Raspberry Pi para servir como ponte de conexão entre a interface homem máquina e CNC Router para não precisar ficar utilizando o notebook conectado ao Arduino esperando a confecção da PCI.

5. AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Instituto Federal de Rondônia pela disponibilização dos recursos financeiros e materiais, e a utilização dos laboratórios da instituição para desenvolvimento do projeto.

6. REFERÊNCIAS

- Petry, C, A. Elaboração de Placas de Circuito Impresso, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina. Departamento Acadêmico de Eletrônica - Curso de Engenharia Eletrônica, Projeto Integrador I - Iniciação Científica, Florianópolis, 2013. Disponível em: <https://professorpetry.com.br/Ensino/Repositorio/Docencia_CEFET/Projeto_Integrador_I_Engenharia/2013_2/Apresentacao_Aula_05.pdf> Acessado em: 28/11/2022
- Clasta, M, M - Confecção de Placa de CI com Impressora Laser - Handames, Disponível em: <http://www.univasf.edu.br/~leonardo.campos/Arquivos/Disciplinas/Lab_DIG_2008_1/Tutorial_PCI_02.pdf> Acessado em: 28/11/2022
- PERCHÉ, Carlos F. de P. Desenvolvimento de um Sistema de Prototipagem para Placas de Circuito Impresso, 2013, Universidade Federal de Itajubá - Campus Itabira, Engenharia da Computação Itabira, Trabalho de Conclusão de Curso.
- Gobbi, M, A - Desenvolvimento de um sistema automatizado para prototipagem de placas de circuito impresso, 2014, Centro Universitário Univates - Engenharia de Controle e Automação, Trabalho de Conclusão de Curso.
- Moreira, D, L, B - Construção de uma fresa de controle numérico computadorizado para placas de circuito impresso, 2018 - Universidade de Brasília - Faculdade UnB Gama - Engenharia Eletrônica - Trabalho de Conclusão de Curso.
- JLCPCB, 2022 - PCB Prototype & PCB Fabrication Manufacturer. Disponível em: <<https://jlcpcb.com/>>. Acessado em: 15/11/2022
- Alcântara, Yuri M.; Pereira, Jander.; Santana, Lucas. Desenvolvimento de uma mesa fresadora para placas de circuito impresso para telecomunicações. XIV SEPA – Seminário Estudantil de Produção Acadêmica. UNIFACS, 2015.
- K. Ulrich and S. Eppinger, Product Design and Development. McGraw-Hill Education; 5 edition, 2012.
- Santos, A. V. A, Desenvolvimento de garra robótica antropomórfica com percepção tátil, 2018 - Universidade de Brasília, Programa de Pós Graduação em Sistemas mecatrônicos, Faculdade de Tecnologia.
- Gausemeier, J e Moehring, S - VDI 2206- A New Guideline for the Design of Mechatronic Systems, 2002, Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1474667017340351>> Acesso em: 14/11/2022

7. RESPONSABILIDADE PELAS INFORMAÇÕES

O(s) autor(es) é (são) o(s) único(s) responsável(is) pelas informações incluídas neste trabalho.

APPLICATION OF THE PHASES FROM INFORMATIONAL AND CONCEPTUAL PROJECT IN A CNC MACHINE FOR THE MANUFACTURING OF PRINTED CIRCUIT BOARDS

João Victor Magalhães Euzébio

Instituto Federal de Rondônia, Campus Calama - Porto Velho, Rondônia
joao.magalhaes@estudante.ifro.edu.br

André Marinho Luiz Barbosa

andre.marinho@estudante.ifro.edu.br

Esther Nunes Alves

esthernunes453@gmail.com

Ariadny Milena Silva Oliveira
ary.milena06@gmail.com

Artur Vitório Andrade Santos
artur.santos@ifro.edu.br

Abstract. *The work presents the development of a computerized numerical command machine (CNC) of the router type for the manufacture of printed circuit boards (PCB) to attend the students of the course of Electrotechnics and Control and Automation Engineering of the Federal Institute of Rondônia. The manufacture of printed circuit boards using iron perchloride is a slow, dangerous process and often the removal of copper happens irregularly in certain areas of the board, which can compromise the electronic circuit. An alternative to the manufacturing process is the use of CNC which allows automating one or more manufacturing steps such as cutting, circuit insulation and/or drilling. Based on bibliographical research and surveys of electronic repositories, possible low-cost CNC's were raised to be replicated to meet the needs of making PCI. From the difficulty in finding the materials for making the researched machines, it was proposed the use of the Informational and Conceptual Project Phases for the development of a PCI machine. In the informational project, information on customer requirements and project requirements was collected in order to verify the characteristics to be used in the machine and definition of the target specifications to be used in the machine. Subsequently, the development of the conceptual project and with the Morphological Matrix tool, the items to be used in the machine were defined. The machine consists of 3D printing and threaded bar, using firmware and open-source electronics via Arduino. The useful cutting area is 200x200mm, making it possible to machine and drill in single-sided phenolite boards. Through GERBER files and bCNC software it is possible to machine and control the PCB manufacturing process. The mechanical design, electrical diagrams, 3D parts, photos and machine operation can be checked through the available download link. Finally, the machine's machining errors were checked to verify the quality of the PCB manufacturing process.*

Keywords: *PCB Manufacture; Arduino; CAD; CNC Machine.*

RESPONSIBILITY NOTICE

The author(s) is (are) the only responsible for the printed material included in this paper.