

Máquina numericamente controlada para desenho de circuitos eletrônicos

Mateus Alves da Rocha

Programa de Graduação em Engenharia Eletrônica
Universidade de Brasília, UnB FGA
Gama, DF, Brasil
mateusalves1992@hotmail.com

Tatielen Rodrigues Dutra Pereira

Programa de Graduação em Engenharia Eletrônica
Universidade de Brasília, UnB FGA
Gama, DF, Brasil
tatielen.rodrigues@hotmail.com

Abstract— Este documento contém informações básicas sobre o projeto a ser desenvolvido na disciplina de Microcontroladores e microprocessadores da Universidade de Brasília, UnB, Campus Gama. Onde, será desenvolvido uma máquina CNC para auxiliar na elaboração de placas de circuito impresso.

Keywords—CNC, placa de circuito impresso, PCI, MSP430.

I. JUSTIFICATIVA

Quando se cria um projeto sempre existe a expectativa de fazê-lo em uma placa de circuito impresso (PCI). Normalmente os circuitos no começo são simples, logo as placas também, assim é possível desenhá-las usando apenas canetas próprias para isso. Conforme os conhecimentos são avançados os circuitos tendem a ficar maiores e complexos, não sendo possível desenhá-los manualmente, assim é necessário utilizar outra das possíveis formas de impressão de circuitos, algumas delas são o processo fotográfico, processo térmico, entre outros.

Ao escolher o processo de fotográfico, figura 1, é necessário imprimir um fotolito invertido e espelhado em uma transparência. Nesse passo já é possível que exista uma adversidade, pois na impressão das transparências por jato de tinta o preto pode não ficar opaco o suficiente para uma foto-impressão adequada, sendo o ponto fraco do processo [1]. Para que não ocorra esse problema, é necessário imprimir várias cópias e sobrepô-las. Depois é necessário limpar a placa adequadamente e aplicar uma emulsão foto sensível sobre a placa, após a emulsão estar seca coloca-se o fotolito sobre a placa e coloca-los em contato com a luz.

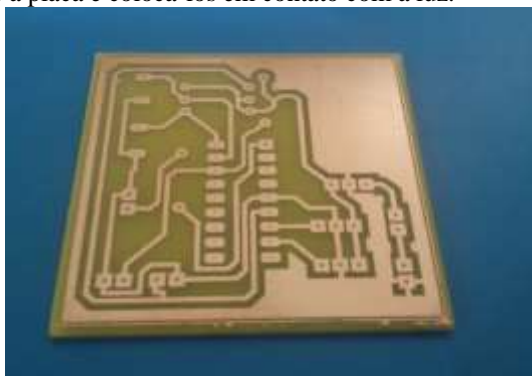


Figura 1 – Placa de circuito impresso confeccionada pelo processo fotográfico.

Ao utilizar o processo térmico, figura 2, será necessário imprimir o circuito em uma transparência igual ao processo descrito anteriormente, e depois colocar uma fonte de calor, um ferro de passar na maioria das vezes, sobre a transparência e a placa de cobre. Nesse processo é necessário atentar-se com o tempo do ferro sobre a placa, pois se ela aquecer demais o cobre pode aquecer demasiadamente e se desprender da placa estragando assim o trabalho. Caso ocorra pequenas falhas é possível corrigi-las com uma caneta de marcação permanente [2]. Após será usado uma solução de perclorato de ferro para remover materiais desejados da placa de cobre.



Figura 2 – Placa de circuito impresso confeccionada pelo processo térmico.

Na confecção de circuitos impressos pode haver vários erros na passagem dos circuitos para as placas como foi mostrado a cima, com o uso da CNC será possível minimizar esses erros, pois ele irá desenhar o circuito na placa não precisando de nenhum tipo de transferência.

II. OBJETIVOS

Com o auxílio do microcontrolador MSP430 será implementado um Controle Numérico Computadorizado ou Comando Numérico Computadorizado (CNC) para a impressão de circuitos impressos, ele conterá uma caneta permanente que será guiada pela placa por motores, o MSP430 receberá as coordenadas do circuito por um software.

III. REQUISITOS

A. Descrição do projeto

O projeto proposto nesse relatório visa atender às necessidades de projetistas de circuitos eletrônicos que demandem precisão nos desenhos dos circuitos e rapidez na produção de diversas placas simultaneamente. O projeto será de baixo custo uma vez que fará uso de peças reutilizadas de impressoras e outros dispositivos eletrônicos. E, por fim, deseja-se que seja portátil garantindo o fácil transporte do aparato.

B. Requisitos do sistema

A função desse sistema é substituir o método de transferência por meio de calor e também o método de transferência fotográfico. Para o sucesso desse projeto, a máquina deverá ser capaz de:

- Traçar com uma precisão satisfatória o esquemático de um circuito a partir das coordenadas fornecidas por um programa de processamento de imagens;
- Terminar o desenho do circuito rapidamente e com menor erro possível;
- Informar ao usuário quando o processo de desenho estiver terminado através de aviso sonoro e visual;
- Estimar o tempo de desenho e informar ao usuário através de um display localizado na própria CNC.

IV. BENEFÍCIOS

Com o uso da CNC será possível confeccionar placas de circuitos internos mais facilmente, pois ela terá mais precisão ao passar o circuito para a placa. Poderá ser feito PCI's em maior escala, pois a máquina poderá repetir o mesmo processo inúmeras vezes

V. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O estado da arte relacionado ao tipo de máquina que se deseja construir nesse projeto é bastante vasto. Foram criados dispositivos CNCs para variadas atividades. Desde construções de fresadoras CNCs, impressoras 3Ds até máquinas Plotters para mercados locais [3] [4] [5].

Inclusive, diversas soluções para o problema da produção de circuitos impressos foram feitas utilizando essas máquinas como em [6] e [7]. Entretanto, a maioria dos projetos utilizam o microcontrolador Arduino possivelmente por possuir muito projetistas que utilizam essa plataforma e por suas numerosas bibliotecas disponíveis.

Em sua maioria, os projetos utilizando o conceito de máquina numericamente controladas obtém sucesso. Embora, um dos maiores desafios é converter a imagem que deseja desenhar em coordenadas [8]. Assim como grande parte das soluções encontradas, este projeto utilizará softwares prontos para a conversão dessas imagens nos seus respectivos G-codes.

VI. MATERIAIS UTILIZADOS

O projeto deverá contar com um microcontrolador onde será programado o controle de toda aplicação e mecânico. Para a estrutura física da CNC será necessário:

- MSP430;
- 2 drives de DVD;
- 2 Motores Shield L293D;
- Servo Motor (tower pro 9G);
- 16MHz Crystal Oscillator;
- 2 capacitores de 22pF e 1 de 100nF.
- 10K resistor.
- Jumps;
- Parafusos, porcas e arruelas;
- Caneta.

VII. MONTAGEM DOS COMPONENTES

Para a montagem da CNC primeiramente foram desmontados os drives de DVD para tirar os motores de passo e os trilhos, figura 3. Depois para a montagem dos eixos X e Y os motores de passo com trilhos foram colocado sobre placas de plástico para fazer a base da mesa da CNC como mostra a figura 4. O servo motor foi utilizado para fazer o eixo Z e ele juntamente com a caneta foram anexados a uma superfície plana no eixo Y, figura 5.



Figura 3 – Drives desmontados.



Figura 4 – Montagem dos eixos X e Y.



Figura 5 – Montagem do eixo Z.

Depois foi contruido o cicuito para testar os motores passo a passo (eixos X e Y). A CNC concluida na parte mecanica, figura 6.



Figura 6 – CNC concluida.

VIII. VISÃO GERAL DO SISTEMA

Esta seção é dedicada a fornecer uma visão geral do sistema proposto no projeto. Para isto, serão utilizados dois esquemas gráficos comuns nas engenharias, o diagrama de blocos e o fluxograma.

A. Diagrama de Blocos

O diagrama de blocos tem como objetivo apresentar o princípio de funcionamento do objetivo em questão, neste caso, a máquina numericamente controlada. A figura 7 apresenta o diagrama de blocos do sistema proposto. Os blocos apresentados são:

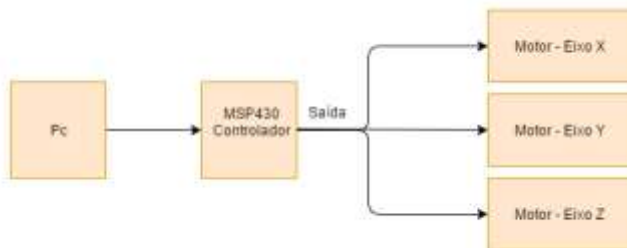


Figura 7 – Diagrama de Blocos da CNC.

- **Pc** é onde será desenhado a imagem com o auxílio do software desejado pelo usuário, por exemplo Proteus, depois é usado o *Inkscape* que é um software de gráficos vetoriais. Nele poderá configurar o tamanho da placa para o desejado, deixar a imagem com o fundo transparente, tirar detalhes indesejados e “traçar o mapa de bits”, as coordenadas. O arquivo trabalhado será um .gcode, para exportar imagens esse tipo de arquivo será necessário o *Add-on*.
- **Controlador** ele recebe as coordenadas e controla o que cada motor tem que executar, nos eixos X, Y e Z.
- **Motores** movimentam a caneta e a mesa onde a placa está fixada, como mostrada na figura 8.



Figura 8 – Motores CNC.

B. Fluxograma

O fluxograma é uma representação esquemática de um processo ou um algoritmo. Seu principal objetivo é apresentar uma forma mais simples o fluxo de informações e elementos, além da sequência operacional que caracteriza o trabalho que está sendo executado [9]. O fluxograma da máquina numericamente controlada é apresentado na figura 9.

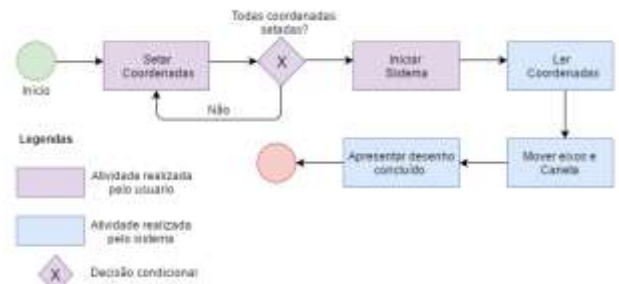


Figura 9 – Fluxograma da CNC.

Pode-se observar que as atividades nos retângulos roxos são realizadas pelos usuários, isto é, a pessoa terá que

escolher o circuito que deseja desenhar na placa, com o auxílio do software adquirir as coordenadas, já os retângulos azuis são realizados pelo sistema, neste caso a própria CNC.

O fluxograma inicia com a configuração e organização dos componentes e, uma vez que estes estejam prontos, pode-se ligar o sistema. A partir disso, o sistema irá definir, automaticamente, para onde mover a caneta desenhando assim somente nos locais desejados.

Após concluir todas as coordenadas recebidas o desenho está pronto, chegando ao fim do fluxograma e apresentando o desenho concluído. Assim ele está pronto para repetir o processo novamente, será necessário o usuário trocar a placa na qual será efetuado o novo desenho.

IX. DESCRIÇÃO DO SOFTWARE

Para este projeto é necessário à utilização de diferentes códigos para que seja apresentado o resultado da imagem desejada e para que os motores possam se mover como desejado. No início do código deve-se indicar as constantes do código, como pinos a serem utilizados, constantes de funções, entre outros. Posterior a isto, cria-se a definição das funções, contendo apenas sua assinatura, isto é, tipo de retorno, nome e parâmetros de entrada. Após criação da função main() no código do MSP do sistema de controle dos motores. Deve-se pegar as coordenadas do circuito escolhido, desenho, e inicia o movimento dos motores de cada eixo. Deve-se criar uma variável para ter certeza que o desenho passou por todas as coordenadas necessárias. E ter um botão aonde se o usuário quiser parar o desenho a máquina tenha essa opção.

V. RESULTADOS E DISCURSÕES

Inicialmente foi desenvolvido o código referente à apresentação da CNC no MSP. No entanto, não foi possível a implementação do código no MSP430 do sistema que movimenta os motores por alguns motivos como falta de experiência, primeiramente a estrutura mecânica foi testada com o Arduino e foi possível perceber que ela funcionava perfeitamente, mas ao programar no MSP430 houveram algumas dificuldades no controle dos motores. Por fim, a construção do produto final ficou incompleta.

Ao prosseguir com as tentativas para realizar a operação da CNC a partir do MSP430, observou-se alguns pontos em relação à programação do microcontrolador. Primeiramente, na IDE do energia não existia uma biblioteca para implementar as funções para movimentação do motor servo. Fato que foi confirmado em fóruns especializados no microcontrolador na internet. Portanto, foi necessário implementar as funções para levantar e abaixar a caneta. Essa função funcionou corretamente através do contador do Timer A e utilizando o MCLOCK da placa MSP430.

Após isso, o próximo passo era movimentar os motores de passo que são responsáveis pelos eixos X e Y da máquina. A implementação do código ocorreu sem problemas na plataforma IDE utilizando a função para Stepper motors. Além do código utilizado, precisou-se de um circuito para aumentar a corrente dos pinos de forma a ser

possível movimentar os motores. Ao efetuar tentativas de forma a passar esse código para o CodeComposer, percebeu-se que a máquina não se comportava como esperado. Apesar de não haver nenhum comando, ela movimentava o eixo X da máquina em movimentos para um lado e o outro. Percebeu-se que as ligações tinham sido feitas erroneamente no circuito e foi possível consertá-las.

No entanto, a maior dificuldade foi em relação a comunicação serial. Primeiramente, encontrou-se bastante dificuldade na comunicação devido aos jumpers no header J3 estarem posicionados de forma incorreta. Consertou-se a posição dos jumpers e efetuou tentativas de comunicação com circuitos simples de escrever na serial e receber dados por ela. Esses circuitos funcionaram perfeitamente. Porém, ao tentar fazer a conexão do MSP430 com o programa processing que era o programa responsável por transferir as coordenadas do arquivo TXT para a serial, o mesmo não funcionou. Na interface do programa processing era possível selecionar a porta serial em que se encontrava o MSP430 e ainda receber uma mensagem do mesmo para identificar que foi feita a comunicação, mas ao tentar executar os códigos para efetuar os desenhos, o programa congelava e era necessário fechá-lo.

VI. CONSIDERAÇÕES DO PROJETO

Foi agradável realizar esse projeto, pois proporcionou a oportunidade de aprendizagem de novos conhecimentos ainda não explorados pela dupla de alunos. Muitas dificuldades foram encontradas durante a construção do projeto, desde ligar o MSP, utilizar os softwares e conseguir fazê-lo executar um simples trecho de código em uma plataforma de programação qualquer até a montagem de circuitos e programação de funções específicas do MSP. Acredita-se ainda que um obstáculo para o sucesso deste trabalho foi a dificuldade do projeto proposto pela dupla. Apesar do objetivo geral deste projeto não ter sido alcançado, os conhecimentos adquiridos durante a execução do projeto foram importantes para consolidar o aprendizado das aulas expositivas realizadas, bem como adquirir experiência prática na construção de circuitos e desenvolvimento de código em microcontroladores. Como lições aprendidas, destaca-se que o planejamento é importante para o sucesso do projeto, sobretudo a execução do planejamento é ainda mais importante para a aprendizagem. Ressalta-se também que o projeto deve ser melhor estimado pelos alunos, para evitar o descumprimento do escopo definido no início do projeto.

X. REFERÊNCIAS

- [1] NETO, Leocádio Benez. "Circuito impresso de qualidade com baixo custo". Disponível em <<http://www.inape.org.br/eletronica/circuito-impresso-de-qualidade-com-baixo-custo>>. Acesso em: 04 de abril de 2017.
- [2] MARCIEL, Marcelo. "Placa de Circuito Impresso - PCI - Método de Transferência Térmica". Disponível em <<http://www.marcelomaciel.com/2013/01/pci-metodo-termico.html#more>>. Acesso em: 04 de abril de 2017.
- [3] OCANHA, Denis. PROJETO E CONSTRUÇÃO DE UMA FRESADORA NUMÉRICAMENTE CONTROLADA. Universidade São Francisco, Itatiba – São Paulo, Brazil. Dezembro 2009.

[4] ARRUDA, Caio Carlos et al. CONVERSÃO DE FRESADORA CNC PARA IMPRESSORA 3D. Universidade de São Paulo – USP.

[5] VEIGA, Daniel Thadeu Torres Fernandes; DA SILVA, Fausto Amancio; TRÜEB, Sarah. CONFECÇÃO DE PLOTTER PCB PARA O MERCADO LOCAL. Universidade Salvador, Salvador – Bahia. VI congresso Nacional de Engenharia Mecânica, 18 a 21 de Agosto de 2010

[6] ALCÂNTARA, Yuri Marinho; JUNIOR, Jander Pereira; SANTANTA, Lucas. Desenvolvimento de uma Mesa Fresadora CNC para Placas de Circuito Impresso para Telecomunicações. Seminário Estudantil de Produção Acadêmica, v. 14, 2015.

[7] LUCCA, Jardel. Plotter de baixo custo para prototipação de placas de circuito impresso. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

[8] CASSIMIRO, ANDRÉ GABRIEL; DE OLIVEIRA, LUISA BONIN. Plotter Vertical. UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ, Curitiba, Paraná – 2014.

[9] CITISYSTEMS, “Fluxograma de Processo – O que é, como elaborar benefícios”, 2013. Disponível em: <http://www.citisystems.com.br/fluxograma/#disqus_thread>. Acesso em: 10 de maio de 2017.