

Máquina CNC Construída com Leitores de CD



Devido à necessidade de se obter uma produção mais rápida e mais barata, a busca por automação de processos industriais tem crescido nos últimos anos. Esteiras, braços mecânicos, rolos compressores, são exemplos de soluções para essa demanda. Em todos os processos, os movimentos e comandos devem ser controlados de maneira a ter a maior precisão dos produtos finais, tendo os parâmetros similares em todos os lotes.

Uma das maneiras de controlar movimentos tanto na indústria como em dispositivos portáteis é a máquina de controle numérico computadorizado (CNC). Nessa, movimentos são gerados, em pelo menos em dois eixos, de maneira controlada devido a um sinal numérico gerado por um computador. Esse sinal pode ser pré-programado ou pode ser criado por um controle, botões ou potenciômetros.

As máquinas CNC podem ser utilizadas para controlar o movimento de uma caneta sobre um papel para formar um desenho, ou outras aplicações mais avançadas. Como, por exemplo, uma *Mill Machine* que através de uma furadeira, controla os eixos X e Y, assim, é possível esculpir uma superfície de madeira, Figura 1a. Outro exemplo é um cortador de plasma, que controla uma tocha de plasma para gerar cortes em placas metálicas, Figura 1b. Ou uma impressora 3D que deposita um polímero devido ao

aquecimento de um filamento, essa deposição acontece nos eixos X, Y e Z formando um objeto, Figura 1c.

Apesar das diversas aplicações das máquinas CNC seu preço no mercado, em porte pequeno, varia de 1500 reais a 5000 reais. Esse valor dependendo da sua aplicação pode ser caro. Nesse trabalho busca-se criar uma máquina CNC que seja mais barata. Uma alternativa encontrada é utilizar leitores de CD de computadores com um Arduino.

Nesses leitores de CD existem 3 motores, mas apenas um desses é um motor de passos bipolar, Figura 2a. Esse motor é importante, pois é possível controlar, através de pulsos elétricos, a rotação de um eixo que move um parafuso em uma direção. Esses pulsos devem ter uma sequência correta e a rotação do motor deve ser modulada no programa para gerar o seu controle, observando a quantidade de passos para gerar uma revolução.

Com a máquina CNC nesse projeto, busca-se controlar uma caneta hidrográfica em dois eixos, colocando dois motores de passos perpendiculares entre si. O controle deve ser realizado sobre um papel de maneira a gerar um desenho. Essa caneta é colocada e retirada de contato com o papel através de um servo motor e os controles dos eixos são realizados por um *joystick* de Playstation 2, Figura 2c.

.....
Thiago Gonzalez-Llana Brito¹, Thiago Matos Custódio Rodrigues¹

¹Universidade Federal do Rio de Janeiro - Campus Duque de Caxias, Duque de Caxias, RJ, Brasil

*E-mails: thillbritt@gmail.com;
thiagomcr@uol.com.br

.....



Figura 1. (a) *Mill Machine* cortando uma placa de madeira [1]. (b) Cortadora de plasma [2]. (c) Impressora 3D. Todos esses dispositivos utilizam uma Máquina CNC [3].

Apresentamos um projeto de desenvolvimento de uma máquina CNC utilizando dois leitores de CD. Uma alternativa mais barata do que comprar esse tipo de máquina no mercado, preço entre 1500 – 5000 reais. As componentes utilizadas dos leitores de CD são os motores de passos que estão estruturados de maneira a percorrer um eixo de maneira controlada. Colocando dois desses motores perpendiculares entre si é possível gerar o movimento em dois eixos. Esses motores foram ligados em uma placa de Arduino Mega e assim é possível controlar o movimento em duas direções de uma caneta.

A vantagem de utilizar os motores de passos do leitor de CD é que a estrutura da posição dos motores já é bem definida para gerar o movimento em um eixo.

O Arduino, Figura 2b, nesse sistema vai ter o papel de alimentar os motores, controla-los através do uso um programa na linguagem de programação Arduino IDE e conectar botões ou potenciômetros, caso seja desejado um controle manual do movimento nos eixos.

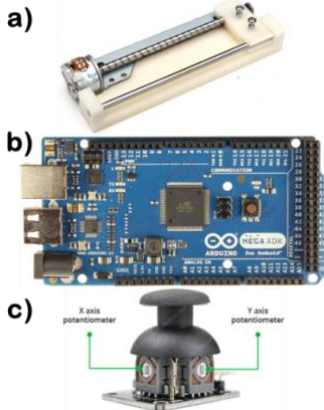


Figura 2. (a) Motor de Passos de um leitor de CD. (b) Arduino Mega. (c) Joystick de PlayStation.

Um servo motor é máquina que através de um sinal gera uma rotação angular controlada. A diferença desse tipo de motor para um motor de passos é que esses possuem um encoder rotativo interno.

Circuito e Componentes

Além do Arduino Mega e dos motores, para montar esse tipo de sistema, é necessário utilizar um outro componente, a Ponte-H ou um Driver para máquinas CNC. Ponte H é um circuito de eletrônica de potência do tipo chopper de classe E (um chopper de classe E converte uma fonte fixa de corrente contínua fixa em uma tensão de corrente contínua variável abrindo e fechando diversas vezes), e, portanto, pode determinar o sentido da corrente, a polaridade da tensão e a tensão em um dado sistema ou componente. Seu funcionamento dá-se pelo chaveamento de componentes eletrônicos usualmente utilizando do método de PWM para determinar além da polaridade, o módulo da tensão em um dado ponto de um circuito.

Nesse projeto foi utilizado duas Pontes-H L298N, uma para cada motor de passo. O L298N é um driver de motor da Ponte-H de canal duplo capaz de acionar um motor de passo bipolar.

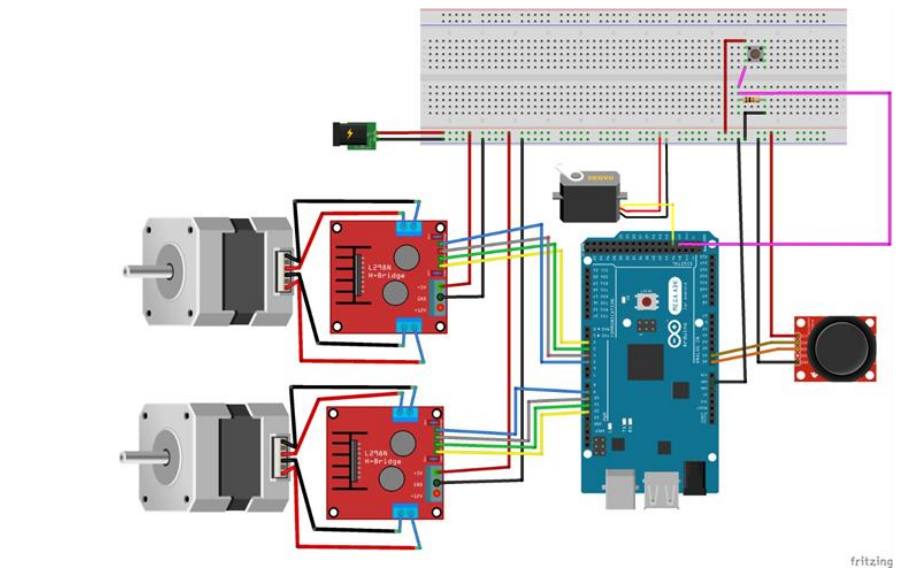


Figura 6. Esquema Fritzing do circuito utilizado demonstrando os componentes e as suas respectivas ligações.

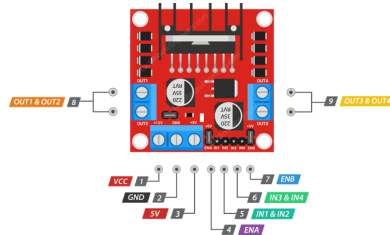


Figura 3. Esquemático da Ponte-H L298N

Como o módulo L298N possui duas Ponte-H, cada Ponte-H acionará uma das bobinas eletromagnéticas de um motor de passo.

Ao energizar essas bobinas eletromagnéticas em uma sequência específica, o eixo de um passo pode ser movido para frente ou para trás com precisão, em pequenos passos (Figura 4).

A velocidade de um motor é determinada pela frequência com que essas bobinas são energizadas.

Foi utilizado as Pontes-H L298N neste projeto por uma questão de manter o orçamento baixo e também para evitar quaisquer danos as entradas do Arduino, caso os motores fossem ligados diretamente ao Arduino.

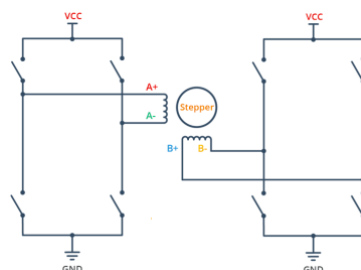


Figura 4. Esquemático da Ponte-H L298N com os motores de Passo

Além disso, como nosso objetivo era controlar os motores de passo por meio de um joystick de Playstation 2, é necessário compreender e saber como conectar o Joystick. O objetivo do joystick

é comunicar o movimento em 2D (dois eixos) para um micro controlador, nesse caso, Arduino. Isto é conseguido alojando dois potenciômetros independentes de 10K (um por eixo). Esses potenciômetros são usados como divisores de tensão ajustáveis duplos, fornecendo entrada analógica de 2 eixos em uma forma de controle.

Os potenciômetros são as duas caixas azuis nas laterais do joystick. Se você mover o joystick enquanto observa o eixo central de cada potenciômetro

Como a placa Arduino tem uma resolução ADC de 10 bits, os valores em cada canal analógico (eixo) podem variar de 0 a 1023. Então, se o stick for movido no eixo X de uma ponta à outra, os valores X mudarão de 0 a 1023 e algo semelhante acontece quando movido ao longo do eixo Y. Quando o joystick permanece na sua posição central, o valor é de cerca de 512 (Figura 5).

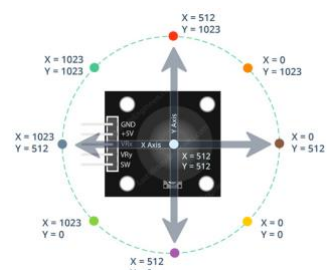


Figura 5. Esquema demonstrando o funcionamento do Joystick.

Os valores medidos para o Potenciômetro X e Potenciômetro Y, foram utilizados para definir a direção e a velocidade dos motores de passo que controlam o eixo X e Y.

Além disso, no motor de controle do eixo X foi acoplado o motor Servo. O motor Servo tem a função de subir e descer a caneta e é acionado ao pressionar um botão. Poderia ser utilizado o botão do Joystick, mas para evitar movimento

indevido ao pressionar o Joystick, foi utilizado um outro botão ligado em modo "Pull-down".

As ligações do circuito estão representadas na Figura 6. Na figura o motor de passo está sendo representado por um motor NEMA 17, pois não há um motor de passo de CD no programa Fritzing. No entanto o esquema de ligação é o mesmo, por ambos serem motores de passo bipolar.

O código documentado e o arquivo Fritzing, podem ser encontrados no [GitHub](#).

Montagem do Sistema

Para montar um sistema que comportasse os dois motores, foi criado um suporte de madeira baseado na Figura 7.

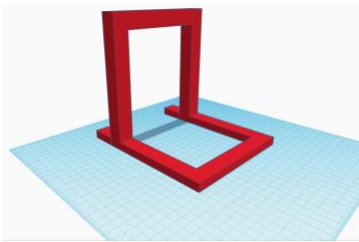


Figura 7. Esquema de suporte dos motores de passo.

Nesse esquema, o motor de passo, não precisa ser removido da estrutura do CD que o comporta. A estrutura do CD que moverá a caneta ao longo do eixo X ficará preso pela estrutura vertical, enquanto estrutura do CD que moverá a base ao longo do eixo Y ficará preso pela estrutura horizontal.

O Resultado da Máquina CNC

Após a montagem do circuito e do sistema de suporte, a máquina CNC está demonstrada na Figura 8 e Figura 9.

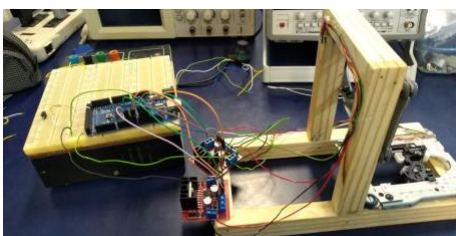


Figura 8. Protótipo da Máquina CNC.

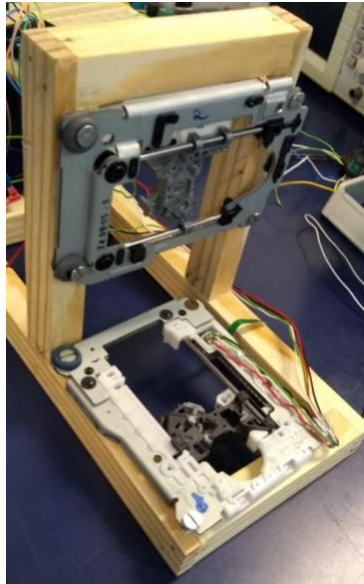


Figura 9. Protótipo da Máquina CNC.

Foi testado o programa com o circuito. Um dos motores de passo está funcionando, sendo controlado pelo joystick. O servo motor está funcionando ao apertar o botão podendo posicionar a caneta na superfície desejada. Foram realizados testes para saber se ambos os eixos do joystick estão operando com o motor funcional. Esse joystick mostrou o funcionamento em ambos os eixos. Foi montada uma estrutura para suportar ambos os motores que estão aproximadamente perpendiculares, o ajuste foi realizado com os parafusos que prendiam os motores.

Porém, a máquina CNC não é funcional devido a problemas com o segundo motor. A solução é estudar as entradas do Arduino. Se todas estiverem funcionando corretamente, testar o primeiro motor na segunda ponte H. Se o primeiro motor funcionar estudar se há problemas de contato nos fios. Em último caso gerar uma alimentação de 7V para o segundo motor. Nesse caso, deve-se ter cuidado com a voltagem aplicada para não queimar o motor ou a ponte H.

A máquina CNC ainda não está funcionando, mas como um dos motores funcionou é possível afirmar que esse projeto é viável. Um leitor de CD custa ~50 reais e o custo final do projeto sai ~220 reais. Porém, em comparação com o preço mínimo de 1500 reais de uma máquina CNC no mercado é um custo bem reduzido.

Desafios Encontradas

No começo do projeto foi idealizada a criação de um perfilômetro óptico utilizando os motores de passos e o laser

do leitor de CD[4]. Porém, ao decorrer do projeto foi observado que controlar apenas os motores de passos já era um desafio. Foi decidida a troca do projeto definitivamente quando foi observado que fotodetector tinha 12 saídas. Para ter um controle do perfilômetro seria necessário um estudo das informações que cada uma dessas saídas gerava.

As principais dificuldades encontradas com a máquina CNC foi primeiramente soldar fios nas ligações do motor de passos. Foi perdido o primeiro motor. A melhor solução encontrada foi, ao invés de soldar diretamente no motor, soldar nas conexões do motor com a placa original do leitor de CD. Porém, após a soldagem é importante observar se não existe curto das soldas e do motor ligado no conector (esse foi um problema posterior).

O segundo problema encontrado foi utilizar duas pontes H para mover dois motores. No Arduino uno, que foi a nossa primeira opção, não havia portas PWM suficientes para utilizar as duas pontes H, então foi utilizado o Arduino Mega, Figura 2a.

No começo o controle dos motores ocorria utilizando botões. Porém, seriam necessários 5 botões para realizar o movimento nos dois eixos e posicionar a caneta. A solução encontrada foi utilizar o joystick, no qual era possível realizar os movimentos nos eixos e utilizar apenas um botão. Além do controle de posição, o joystick também proporciona o controle da velocidade no qual os motores se movem. Então foi outra vantagem adquirida.

A última dificuldade encontrada foi de ligar o segundo motor. A primeira ponte H com o primeiro motor está funcionando, mas a segunda ponte H com o segundo motor não. Foi testado se o segundo motor funcionava na primeira ponte H e estava funcionando. Então, foi trocada a segunda ponte H. E o segundo motor funcionou, mas não gera uma revolução quando acoplado com o suporte da caneta.

Existem alguns fatores que podem estar gerando esse problema. O primeiro é que a alimentação do motor não é suficiente para gerar uma revolução, sendo necessária uma alimentação de 7V ao invés de 5V. Uma segunda possibilidade é que uma ou mais portas PWM do Arduino Mega não estão funcionando. Foram trocadas as portas para a alimentação do motor, mas não houve movimento do suporte. Outro possível fator é que a ponte H não esteja funcionando, mas como já é a segunda ponte H utilizada a probabilidade é baixa.

Referências

[1] sailorpete. (8 de Abril, 2016). "Root 2 CNC - 3D Printed CNC Mill - Sign Example", Retirado de: <https://www.youtube.com/watch?v=rYxTZAjLHNU>

[2] Plasma Cutter CNC Router 5x10 | Laguna Tools. (n.d.). Retrieved from <https://lagunatools.com/cnc-plasma-cutter/cutmaster-level-2-10/>

[3] Kickstarter Formaker: A 4-in-1 3D Printer by Zhuhai CTC Electronic Co.,Ltd. (n.d.). Retrieved from <https://www.kickstarter.com/projects/2141865151/ctc-4-in-1-cnc-mill-laser-pcb-3d-printer-all-in-one/posts/1460398/comments;>

[4] J.-M. Friedt et al, Using a CD laser head for building an optical prolometer, IMEC, Kapeldreef 75, 3001 Leuven, Belgium, 2003;

[5] Hack old CD-ROM's into a CNC Machine. (2017, March 28). Retrieved from <https://www.tinkernut.com/portfolio/hack-old-cd-roms-into-a-cnc-machine/>

[6] Last Minute Engin`eers. (2018, December 07). In-Depth: How 2-Axis Joystick Works? Interface with Arduino & Processing. Retrieved from <https://lastminuteengineers.com/joystick-interfacing-arduino-processing/>

[7] Instructables. (2018, January 11). Dvd Stepper Motor Arduino. Retrieved from <https://www.instructables.com/id/Dvd-Stepper-Motor-Arduino/>

[8] Last Minute Engineers. (2018, December 15). Control Stepper Motor with L298N Motor Driver & Arduino. Retrieved from <https://lastminuteengineers.com/stepper-motor-l298n-arduino-tutorial/>