DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA DE CONTROLE DE UMA IMPRESSORA 3D PARA CONCRETO

Bruno Sanches Lopes¹, Michele Rodrigues² ¹²Centro Universitário FEI uniebrulopes@fei.edu.br, michele.rodrigues@fei.edu.br

Resumo: Este trabalho de iniciação científica tem como principal objetivo desenvolver o sistema de controle para a confecção de uma impressora 3D para concreto, e é realizado em parceria com o grupo de pesquisa da Engenharia Civil. Com o resultado do projeto esperamos que possa conceituar melhor o funcionamento e entendimento de uma impressora 3D, e aplicação na área de construção civil.

1. Introdução/Problemática

Este projeto de iniciação científica tem como o objetivo alavancar o estudo e a utilização da impressora 3D nas construções de edifícios, tendo em vista a redução dos custos da fabricação convencional (mão de obra e desperdício de material), a diminuição do tempo de construção e viabilizar casas para todos.

Este trabalho científico fortalece a importância da interdisciplinaridade das engenharias (Elétrica/Automação e Civil) para o desenvolvimento tecnológico e através de um protótipo mostrar os processos da parte de controle e execução da impressora 3D para concreto, sendo a parte de controle a comunicação do usuário com o Arduino, e a parte da execução, os motores de passo fazendo a movimentação nos eixos (X,Y,Z) da impressora e a válvula solenoide liberando o concreto.

2. PROTOTIPAGEM ELETRÔNICA

A Figura abaixo apresenta o sistema que iremos projetar para funcionamento da impressora 3D. O Arduino controlará os 3 motores de passo, sendo um para cada eixo de deslocamento X, Y e Z. Para inserção do concreto utilizaremos uma bomba de recalque (apropriada para concreto), e para isso será necessário um circuito eletrônico sendo a bomba alimentada com corrente alternada e bifásica.



Figura 1 - Sistema de acionamento da impressora 3D

Devido a bomba ser alimentada por uma tensão alternada, usaremos também um relé para fazer o controle da bomba com baixa potência vinda do Arduino para atuar a bomba de alta potência. O Arduino fornece 5V (baixa tensão) ao relé, que quando atuado, seus contatos NO (Normally Open) ou NC (Normally Closed), dependendo da programação, atua a bomba de recalque que necessita de 110 V ou 220 V (alta tensão).

3. Protótipo

A impressora 3D que faremos é um protótipo de pequeno porte, o qual mostrará a funcionalidade geral da impressora 3D de concreto no seu tamanho real.

O modelo do nosso protótipo tem em base uma impressora 3D mostrado na figura 2, o qual temos três motores, um para cada eixo, o filamento a ser utilizado na estrutura da peça, a extrusora, o bico, e a mesa.



Figura 2 - Modelo inicial para produção do protótipo

4. CIRCUITO ELÉTRICO

Para elaboração do circuito elétrico da impressora levamos em consideração a carga elétrica de todos os componentes, sendo assim possível para o funcionamento. A Figura 3 apresenta o circuito elétrico que foi montado para teste de funcionamento dos motores, relé e Arduino.

O uso de motores de passo por ter uma corrente elevada (1,2 amperes), não pode ser diretamente ligado no Arduino, contudo utilizamos o driver L298N. A lâmpada representa a carga que é a válvula solenoide e as pilhas representam uma bateria de 12V.



Figura 3 - Circuito Elétrico da Impressora 3D de Concreto

5. Procedimentos da Impressão de concreto

Em todo contexto de uma impressão, sendo 3D ou não, precisamos de um modelo base para que a máquina consiga interpretar e reproduzir. Na impressão de concreto não é diferente, o primeiro passo é a criação do modelo que é feito a partir de programada de CAD (). Utilizamos o software FREECAD, e o modelo que iremos utilizar para nosso protótipo é um quadrado (100x100x100 mm) como é apresentado na figura 4



Figura 4 – Modelo de uma parede 3D feita no FREECAD

Depois que feito o modelo 3D colocamos o arquivo STL ("Standard Triangle Language") gerado por esses programas em um outro software que tem como função fatiar o modelo em várias camadas e tudo depende das configurações que forem feitas no programa como: o tipo de impressão, a largura e altura do filamento, e entre outras muitas opções de configurações que podem ser feitas nesses softwares. Alguns exemplos de programas fatiadores de peças tridimensionais são: CURA 3D, SIMPLIFY 3D e SLIC3R.

Com o modelo feito na figura 4 foi feito o fatiamento em camadas levando em conta o tamanho do bico a ser utilizado pela extrusora e o tamanho do espaço que será utilizado, como é apresentado na figura 5.



Figura 5 – Fatiamento em camadas do modelo 3D feito no CURA 3D

Por fim, após o modelo 3D ser fatiado, o software gera um arquivo G-CODE onde ele descreve todas as coordenadas, velocidade e temperatura, que devem ser executados pela sua impressora de concreto. Uma parte do G-CODE gerado pelo CURA 3D é representado na figura 6.

```
:LAYER_COUNT:100
:LAYER:0
M107
:MESH:paredes3D.stl
G0 F3600 X57.5 Y142.5 Z0.3
:TYPE:WALL-OUTER
G1 F1500 E0
G1 F1800 X142.5 Y142.5 E19.98622
G1 X142.5 Y57.5 E39.97243
G1 X57.5 Y142.5 E79.94487
G0 F3600 X60 Y142.5
G0 X60 Y142.5
G0 X60 Y142.5
G0 X142.5 Y147.4
G0 X142.5 Y147.4
G0 X142.5 Y147.5 E199.93108
G1 X52.5 Y147.5 E101.10674
G1 X52.5 Y147.5 E102.2824
G1 X52.5 Y52.5 E122.26862
G1 X52.5 Y52.5 E123.44428
G1 X57.5 Y52.5 E124.61994
```

Figura 6 – Parte do código G gerado pelo CURA 3D a partir do modelo.

6. Programação

Devido ao comportamento de uma impressora de concreto ser parecido com uma impressora 3D, tendo a relação que as duas seguem coordenadas para a realização do molde escolhido, a diferença está na montagem e na configuração das máquinas.

Para a configuração da impressora de concreto usaremos o Arduino que é um microcontrolador que funciona com a linguagem C++. A partir da configuração feita no Arduino, conseguimos orientar os motores de passo e o funcionamento adequado da válvula solenoide.

Entretanto usaremos um outro software integrado chamado Processing que tem a função de se comunicar com o Arduino, nele mandaremos o G-CODE onde o microcontrolador irá interpretar as coordenadas (X, Y e Z) e ligar a válvula solenoide quando exigida. No programa você também pode alterar a velocidade dos motores de passo e mandá-los ir para posição inicial, como é mostrado na figura 7.

<pre>press to the second secon</pre>	• 0			(B) 100 *
<pre>image: final state state</pre>	Impresssora 🔹			
<pre>trid() trid() trid</pre>	i feport java.awt.wvent.Wey&vent import javax.awing.3OptionPane; import processing.serial.x;			2
<pre>/ Josephile and working the magnetic blue for pure spectrum terms // Stars and stars (spectrum terms te</pre>	Serial port = mull;			
f (gene 1 = act) and (fact, gene (), gene 1 = act, Berd ((), (), gene 1 = act, Berd ((), ()); gene 1, bef Hennet ((), ()); N	// ideat.nd/doffy/the appropriate time for your // ideat and its use interactions to first Syst for generation and the interaction of the interaction //Storing partness = networks(SSE) // Stores //Storing partness = networks(SSE) //Storing partness = networks(SSE) //Storegeneration = networks(SSE) //Storegeneration	percetfug types the appropriate type of the appropredist type of the approprise type of the appropriate type of the a	- 0 X	
د ــــــــــــــــــــــــــــــــــــ	<pre>f (portame == null) return) f (port = new Serial(this, portname, 5000); port = new Serial(this, portname, 5000); port.bufferUnt[('\n')) }</pre>	current settal port null current jag speed: 0.001 nuthes per Mep		
	<.			,
				6.0

Figura 7- interface do Processing

Para a elaboração do código do nosso microcontrolador, como referência utilizamos um código feito para uma CNC PLOTTER, onde nela continha a codificação para os motores de passo dos eixos X e Y, contudo teremos que adicionar a movimentação para o eixo Z, e junto aos motores de passo o acionamento da válvula solenoide.

7. Conclusões

O objetivo do trabalho é aplicar os conceitos de automação aprendidos na área de engenharia elétrica para agregar em outras áreas da engenharia como a de engenharia civil. Com isso, se deu o desenvolvimento de um trabalho mais aprofundado no conceito de uma impressora de concreto, indo da montagem e funcionamento até a programação.

8. Referências

[1] Castilho, Henrique. Disponível em: http://henriquecastilho.com.br/blog/impressao-3dconstrucao-civil/, 2017.

[2] Athos Electronics. Disponível em: https://athoselectronics.com/motor-de-passo-como-funciona/.

[3] Johnpaul, Galabuzi. Disponível em : https://circuitdigest.com/microcontrollerprojects/arduino-cnc-machine-project-code, 2017.