



Universidade Federal do Maranhão –UFMA
Centro de Ciências Exatas e Tecnologia –CCET
Departamento de Engenharia de Elétrica

GAWAINE LISBOA

**ESTUDO E DESENVOLVIMENTO DE UMA IMPRESSORA 3D
UTILIZANDO A PLACA ELETRÔNICA GEN7V1.2BR2**

São Luís- MA

2017

GAWAINE LISBOA

Monografia

**ESTUDO E DESENVOLVIMENTO DE UMA IMPRESSORA 3D
UTILIZANDO A PLACA ELETRÔNICA GEN7V1.2BR2**

Monografia submetida à apreciação da
Coordenação do Curso de Engenharia Elétrica da
Universidade Federal do Maranhão (UFMA)
como Trabalho de Conclusão de Curso.

Orientador: Prof. Dr. Angel Fernando Torrico
Caceres

Coorientador: Prof. Dr. Nilson Santos Costa

São Luís- MA

2017

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Núcleo Integrado de Bibliotecas/UFMA

Lisboa, Gawaine.

ESTUDO E DESENVOLVIMENTO DE UMA IMPRESSORA 3D
UTILIZANDO A PLACA ELETRÔNICA GEN7V1.2BR2 / Gawaine
Lisboa. - 2017.

40 f.

Coorientador(a): Nilson Santos Costa.

Orientador(a): Angel Fernando Torrico Caceres.

Monografia (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica,
Universidade Federal do Maranhão, CCET-UFMA/São Luis,
Maranhão, 2017.

1. Eletrônica. 2. Gen7. 3. Impressora 3D. 4.
RepRap. I. Santos Costa, Nilson. II. Torrico Caceres,
Angel Fernando. III. Título.

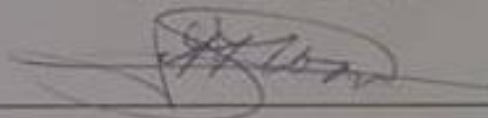
GAWAINE LISBOA

**ESTUDO E DESENVOLVIMENTO DE UMA IMPRESSORA 3D
UTILIZANDO A PLACA ELETRÔNICA GEN7V1.2BR2**

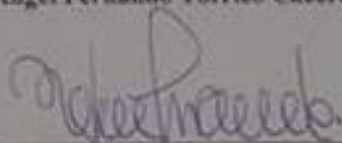
Monografia submetida à apreciação da
Coordenação do Curso de Engenharia Elétrica da
Universidade Federal do Maranhão (UFMA)
como Trabalho de Conclusão de Curso.

Trabalho defendido e aprovado em: 24/07/2017, São Luís/MA

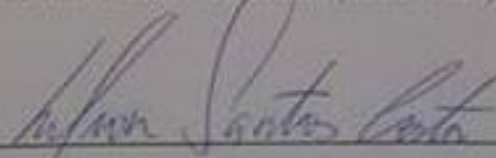
BANCA DE MONOGRAFIA



Prof. Dr. Angel Fernando Torrico Cáceres (Orientador)



Prof. Msc. Nelson José Camelo (DEE-UFMA)



Prof. Dr. Nilson Santos Costa (DEMAT-UFMA) - Coorientador

RESUMO

Este trabalho propõe o estudo e montagem de uma impressora 3D desktop completa, com o foco na parte elétrica/eletrônica da impressora. Após a montagem e os testes fazemos a parte da modelagem de objeto 3D e a conexão entre a impressora 3D e um computador para enviar as informações para impressão. Este estudo foi feito através de artigos científicos, leitura de manuais (DataSheet) e ajuda de forums (especialmente da RepRapBr). A maioria dos componentes básicos da nossa impressora 3D pode ser encontrado nas próprias lojas de São Luis/MA.

ABSTRACT

This paper proposes the study and assembly of a complete 3D desktop printer, focusing on the electrical/electronic parts of the printer. After assembly and testing we do the part of the 3D object modeling and the connection between the 3D printer and a computer to send the information for printing. This study was done through scientific articles, reading of manuals (DataSheet) and help of forums (especially of RepRapBr). Most of the basic components of our 3D printer can be found in most shops of São Luis / MA.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estrutura de uma impressora 3D.....	11
Figura 2 - Bico quente de uma impressora 3D.....	12
Figura 3 - Foto da Placa Gen7v1.2Br2 completamente montada e em funcionamento.....	13
Figura 4 - Placa Gen7v1.2Br2 com a localização de todas as suas conexões e componentes.....	14
Figura 5 - Layout básico da Gen7v1.2 Br2 com apenas alguns componentes iniciais.....	15
Figura 6 - Ligação dos motores.....	16
Figura 7 - Ligação dos motores (2).....	17
Figura 8 - Esquemático do Driver Polulu através do seu Datasheet.....	18
Figura 9 - Alimentação do driver com tensão em seus terminais.....	19
Figura 10 - Localização dos Jumpers (JP 1, JP 2 e JP 9).....	20
Figura 11 - teste e medição de tensões na placa a partir desse primeiro layout básico.....	21
Figura 12 - conexão da saída da mesa aquecida.....	22
Figura 13 - conexão da saída do bico da impressora.....	23
Figura 14 - conexão da saída do ventilador principal.....	24
Figura 15 - conexão da saída dos ventiladores auxiliares.....	24
Figura 16 - Circuitos das saídas da placa.....	25
Figura 17 - conexão dos sensores de temperatura.....	26
Figura 18 - Circuito dos sensores de temperatura.....	26
Figura 19 - Porta serial da placa.....	27
Figura 20 - Esquemático da porta serial através do seu datasheet.....	28
Figura 21 - Teste da placa ligando os conectores ATX e acendendo o LED SB.....	29
Figura 22 - Esquemático dos conectores ATX através do seu Datasheet.....	29
Figura 23 - Teste da placa alimentando com 12V e acendendo os LEDs ON e SB.....	30

Figura 24 - Pinagem ISP.....	31
Figura 25 - Localização do ISP na placa Gen7v1.2Br2.....	31
Figura 26 - Conexão do Arduino no ISP.....	32
Figura 27 - Conexão do Arduino no ISP (2).....	32
Figura 28 - Modelamento em 3D de objeto através de software CAD.....	34
Figura 29 - Software de fatiamento do objeto em 3D, Cura (Ultimaker, 2012).....	35
Figura 30 - Objetos em 3D imprimidos por impressora 3D.....	36
Figura 31 - Objetos em 3D imprimidos por impressora 3D (2).....	37

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
1.2 Objetivo.....	10
2. IMPRESSORA 3D	11
2.1 Funcionamento geral da impressora 3D.....	11
3. ESTUDO E IMPLEMENTAÇÃO DA PLACA GEN7V1.2BR2	13
3.1 Componentes da Placa Gen7v1.2BR2.....	14
3.2 Análise da placa Gen7v1.2BR2.....	15
3.2.1 Motores e drivers.....	15
3.2.2 Testes básicos alimentando com tensão.....	19
3.2.3 Componentes de saída da placa.....	21
3.2.4 Conector Serial.....	27
3.2.5 Testes de tensão utilizando conectores ATX da placa.....	28
3.2.6 Conector ISP e Arduíno.....	30
4. TESTES DE DESEMPENHO DO PROJETO	34
5. CONCLUSÃO	38
BIBLIOGRAFIA	39

1. INTRODUÇÃO

No mundo de hoje, cada vez mais a tecnologia faz parte do nosso dia-a-dia para facilitar a vida das pessoas. Um dos periféricos mais importantes hoje em dia são os mecanismos de impressão. As impressoras evoluíram das antigas máquinas de escrever, e com o avanço da tecnologia na computação gráfica ao longo dos anos foram se especializando e modificando suas vertentes. Desde seu surgimento, as impressoras se tornaram um mecanismo indispensável no cotidiano devido a necessidade de se imprimir não só documentos como também fotos, projetos, trabalhos, propagandas e etc, de forma rápida e fácil.

Uma das primeiras impressoras criadas foi a Impressora Matricial na qual a tecnologia usa os caracteres através do impacto de pequenos pontos. Era possível imprimir pequenas imagens e gráficos na época a um baixo custo. Com o avanço crescente e cada vez mais rápido da tecnologia não é difícil imaginar que certamente haveria o desenvolvimento de uma impressora que fosse capaz de imprimir objetos em 3D (3 dimensões).

A Impressão 3D é um tipo de tecnologia onde um modelo tridimensional é criado a partir de sucessivas camadas de um determinado material (em geral plásticos, resinas e foto polímeros) que é colocado na impressora. Uma idéia antes criada num computador pode ser materializada pela impressora 3D sem precisar de qualquer molde para ser fabricado. Esse tipo de tecnologia também é chamado de prototipagem rápida (RP) por ser capaz de desenvolver componentes funcionais, protótipos e objetos no menor tempo possível, reduzindo custos.

Hoje, depois de projetado, um determinado objeto pode ser produzido até mesmo em ambiente doméstico através de uma impressão 3D. Não é mais preciso utilizar os serviços de um artesão, que muitas vezes desenvolviam projetos e maquetes que não se assemelhavam, tanto fisicamente como na prática, com o objeto que era proposto, além do alto preço cobrado pelo serviço e do tempo necessário para conclusão.

Apesar de entrar em evidência mais recentemente nos últimos anos, a impressão 3D já existe desde a década de 80 quando o norte-americano Chuck Hill, do estado da Califórnia

criou a primeira impressora 3D utilizando a tecnologia da estereolitografia. Após fundar sua empresa a 3D Systems, Hull lançou a primeira versão comercial da tecnologia em 1988, que virou sucesso entre os produtores de automóveis, equipamentos médicos e do setor aeroespacial. A General Motors e a Mercedes-Benz incorporaram a impressora 3D aos seus processos produtivos, mostrando a funcionalidade e eficiência da invenção de Hull já naquela época.

Atualmente as impressoras 3D já conseguem imprimir objetos com um alto nível de detalhamento e de forma muito mais rápida. As impressoras 3D modernas em geral usam resina líquida derretida que é endurecida por feixes de laser. Espelhos móveis através da resina guiam o laser transformando-o em polímero sólido.

"A tecnologia de impressão 3D baseia-se na sobreposição de finas camadas. Normalmente horizontalmente, obtendo assim o objeto desejado. A nova geração de máquinas de impressão 3D de baixo custo (equipamentos de até R\$ 5 mil) permite a disseminação da produção de pequenos lotes de forma economicamente viável." (BARIFOUSE, 2012; BERGER, 2012).

Com a Impressão 3D pode-se criar geometrias únicas e abre oportunidades para inovação e pesquisa em várias áreas como confecção de próteses ósseas ajudando tanto na área da saúde e medicina como também em empresas e grandes indústrias produzindo ferramentas, peças de máquinas e objetos personalizados em geral.

"Basicamente esta tecnologia proporciona a fabricação de diversos componentes físicos, sejam eles peças, protótipos, modelos, réplicas, em 3 dimensões (3D), através das informações da geometria da peça contidas em um arquivo digital que geralmente é elaborado em um sistema de computador (CAD), onde as informações contidas são utilizadas pela máquina, para a construção da peça física, sistematicamente, camada por camada, até que se obtenha a peça completa." (VOLPATO, 2007).

Gostaríamos de citar casos como o garoto que construiu uma mão robótica para si próprio usando uma impressora 3D: "Com uma impressora 3D imprimiram quase toda esta nova mão e, com ajuda de seus professores e pais, Leonardo uniu todas as peças e a articulou

com os fios e cordas de náilon." (<http://exame.abril.com.br/tecnologia/garoto-de-14-anos-fabrica-propria-mao-robotica-com-impressora-3d/> , site consultado em julho de 2017).

Estudos mais recentes de estudantes mexicanos: "Três estudantes mexicanos desenharam um material sintético capaz de regenerar ossos dentro de estruturas geradas mediante uma impressora 3D, a partir de um modelo matemático que representa como as células atuam para gerar tecido ósseo." (<http://exame.abril.com.br/tecnologia/estudantes-mexicanos-regeneram-ossos-por-impressao-3d/> , site consultado em julho de 2017).

1.2 Objetivo

O objetivo deste trabalho é fazer um estudo e entender o funcionamento da placa eletrônica Gen7v1.2BR2 para aplicação na montagem de uma Impressora 3D Desktop completa, além de apresentar suas funcionalidades. Configurar e fazer testes de impressão de peças exclusivas em 3D que podem ser usadas por pessoas e empresas em geral.

É importante lembrar que para criação da nossa impressora 3D completa foi preciso de uma equipe de alunos na qual eu fiz parte. Cada estudante ajudou a entender e a montar a impressora 3D e aqui apresentamos o roteiro com as partes mais interessantes para a Engenharia Elétrica e tecnologias em geral.

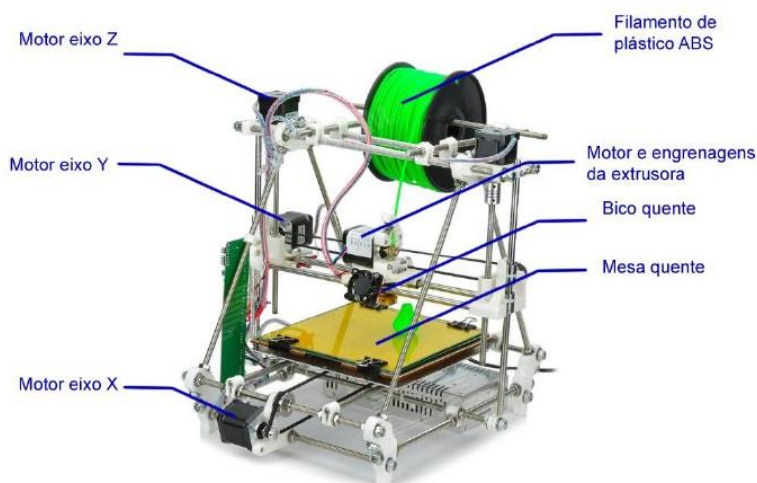
O presente trabalho está dividido em 5 capítulos, sendo este o primeiro. No capítulo 2 falamos do funcionamento geral das impressoras 3D com o foco na nossa impressora que foi desenvolvida neste projeto, explicando suas características gerais. No capítulo 3 fizemos um estudo mais direcionado exclusivamente da placa eletrônica que comanda as operações da impressora 3D explicando seus componentes internos como motores, sensores, componentes de saída, conectores. Já o capítulo 4 é dedicado a interface entre computador e impressora, explicando um pouco das ferramentas CAD para se criar um objeto tridimensional e exportá-lo para testes de impressão já na nossa impressora 3D em funcionamento. O capítulo 5 apresenta as conclusões e considerações finais do nosso trabalho, mostrando os pontos positivos e negativos da impressora observados ao decorrer desse trabalho.

2. IMPRESSORA 3D

2.1 Funcionamento geral da impressora 3D

A impressora 3D desenvolvida no nosso projeto tem como fundamento básico a deposição de camadas de plástico para modelar o objeto em 3D. A impressora possui então um extrusor plástico que deposita o material em uma superfície lisa que é pré-aquecida (Print Bed) como mostrado na Figura 1. Os eixos da máquina devem se mover pelos eixos X, Y, Z durante seu funcionamento para uma impressão 3D.

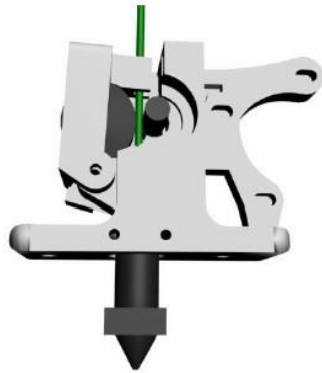
Figura 1 - Estrutura de uma impressora 3D



Fonte: <http://pdabr.com/tema-livre/o-verdadeiro-futuro-em-3d-t1011476.html>

A impressão é feita pela deposição do filamento plástico que compõe as camadas de cada fatia do objeto. A extrusão é feita através de um motor de passo que é ligado a duas polias que impulsiona o filamento de plástico através de um bico quente como mostrado na figura a seguir.

Figura 2 - Bico quente de uma impressora 3D



Fonte: AZEVEDO, Fabio Mariotto. **Estudo e Projeto de Melhoria em Máquina de Impressão 3D.**

Existem vários modelos de estruturas de impressoras 3D e a que escolhemos para este trabalho foi o modelo Prusa Mendel, uma das razões foi pela grande documentação existente online, por ter um ótimo desempenho e por possuir uma estrutura de fácil montagem.

Nossa impressora é composta basicamente dos seguintes elementos:

- I) Estrutura mecânica: Composta por partes plásticas e também peças de aço como parafusos, porcas, chapas, roldanas, hastes.
- II) Parte eletrônica: Composta por um circuito controlador, motores de passo, fonte, termistores, resistências, capacitores, transistores, MOSFET.
- III) Firmware: Programa executado pelo controlador responsável por interpretar o G-Code e comandar a impressora 3D.
- IV) Software: Dois softwares, um responsável pelo fatiamento, e outro pela interface PC- Impressora. Pode ser feito também com um único software realizando as duas funções.

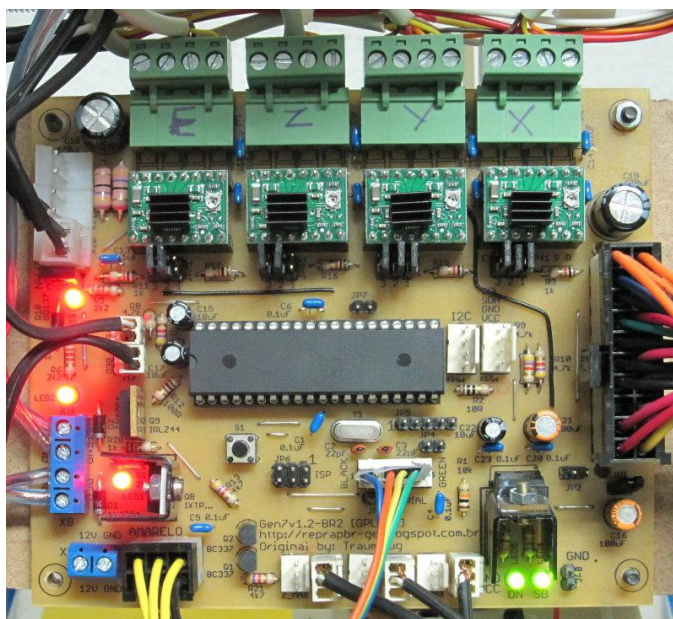
3. ESTUDO E IMPLEMENTAÇÃO DA PLACA GEN7V1.2BR2

A placa Gen7 original, é uma placa para impressora 3D que foi criada de forma que se pudesse ser estudada e montada por pessoas ao redor do mundo. As gerações da Gen8 em diante já são modelos patenteados e não é mostrado livremente seu sistema, códigos e componentes. Em todo mundo existe uma comunidade para ajudar e tirar dúvidas sobre a montagem de placas do modelo Gen7 para criação de impressoras 3D desktop.

A placa Gen7v1.2BR2 que utilizamos no projeto é uma versão brasileira da placa Gen7, criada de forma que tivesse um maior número de componentes nacionais, facilitando nossa criação da placa por terem componentes fáceis de encontrar a venda em lojas especializadas aqui em São Luis/MA.

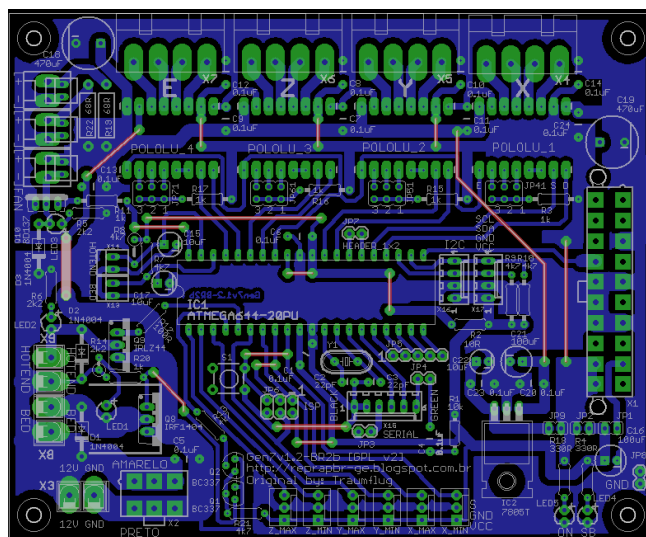
A seguir apresentamos a foto da placa completamente montada na figura 3 e um layout mais detalhado na figura 4.

Figura 3 - Foto da Placa Gen7v1.2Br2 completamente montada e em funcionamento



Fonte: <http://reprapbr-ge.blogspot.com.br/2012/08/placa-gen7br2.html>

Figura 4 - Placa Gen7v1.2Br2 com a localização de todas as suas conexões e componentes



Fonte: <http://reprapbr-ge.blogspot.com.br/2012/08/placa-gen7br2.html>

3.1 Componentes da Placa Gen7v1.2BR2

Pelo manual da placa temos as suas seguintes características:

- Placa face simples de aproximadamente 110 x 130 mm;
- Pode ser alimentada com Fonte 12V ou Fonte ATX de PC;
- Microcontrolador ATmega644, ATmega644P ou ATmega1284P (Atmel);
- Espaço para 4 Drivers de motor de passo com micro passo (Pololu, Stepstick ou compatíveis);
- Conector para conversor USB-Serial;
- Capacidade de acionar 1 extrusor(motor de passo, aquecimento do bico e leitura de termistor);
- Capacidade de acionar 1 mesa aquecida (aquecimento da mesa e leitura de termistor);
- Conector para acionar 1 ventilador (rotação normal ou controlada por PWM);
- Conector para acionar 2 ventiladores (rotação reduzida com limitação de corrente);

- Conectores para 6 EndStops;
- LEDs para Standby e Ligado;
- LEDs para indicar funcionamento da Mesa Aquecida, Bico e Ventilador;
- Conector de programação ISP;
- 2 conectores I2C (uso geral);
- Possibilidade de expansão com Botões, SD Card e LCD.
- 7 pinos do processador livres (uso geral);
- Botão de reset;

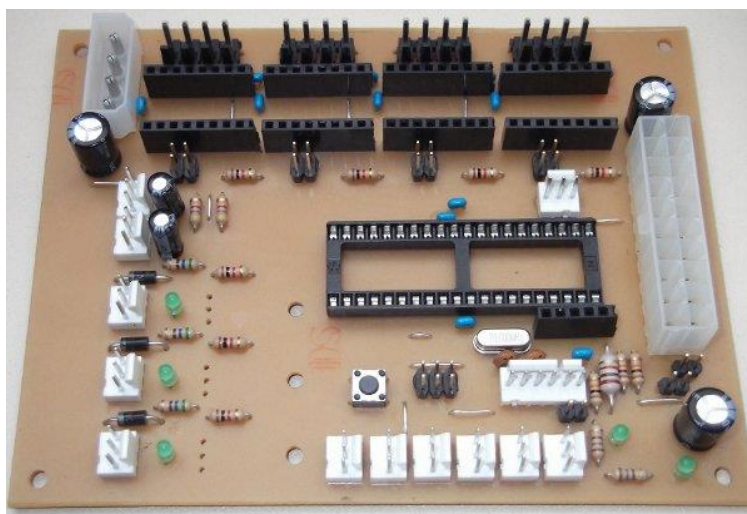
No presente trabalho vamos fazer uma análise da placa antes de colocá-la em funcionamento.

3.2 Análise da placa Gen7v1.2BR2

3.2.1 Motores e drivers

A figura 5 abaixo mostra o layout básico da placa aqui estudada.

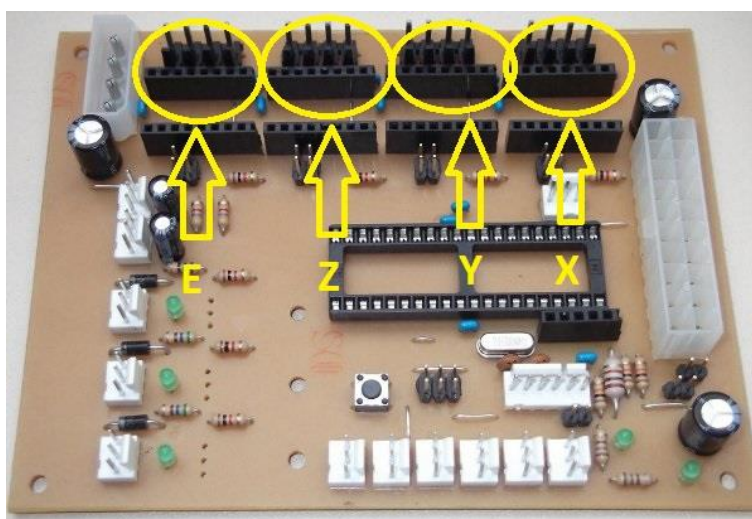
Figura 5 - Layout básico da Gen7v1.2 Br2 com apenas alguns componentes iniciais



Fonte: http://reprap.org/wiki/Gen7_Board_1.2

Na figura 6 a seguir mostramos onde são ligados os motores. Temos os conectores X7 (Extrusor), X6 (Eixo Z), X5 (Eixo Y) e X4 (Eixo X). Cada conector tem 4 pinos onde devem ser ligadas as bobinas dos motores de passo. Os fios das bobinas devem ser ligados lado a lado.

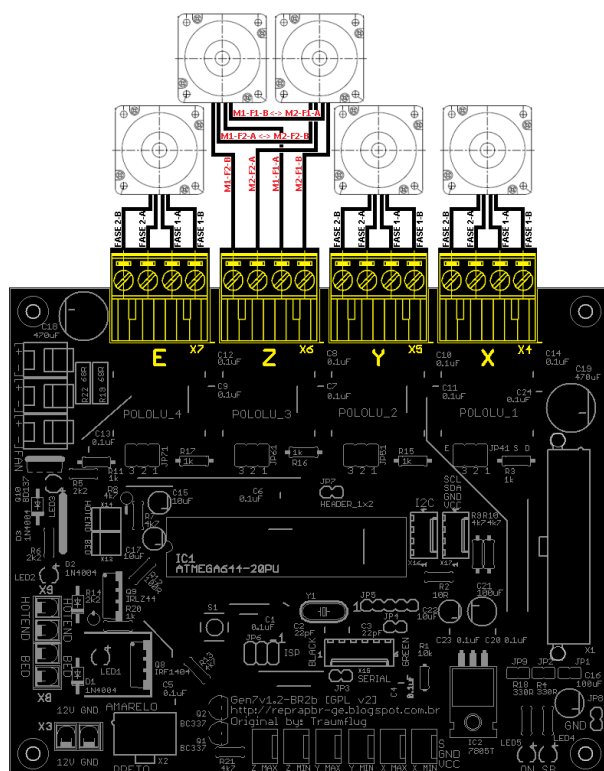
Figura 6 - Ligação dos motores



Fonte: http://reprap.org/wiki/Gen7_Board_1.2

Os motores do eixo Z possuem uma ligação diferente, eles ficam ligados em série como mostrado na figura a seguir. Após ligar, se a rotação do motor estiver no sentido contrário do que desejamos basta inverter os fios de uma bobina apenas. Isso é mostrado na figura 7 a seguir.

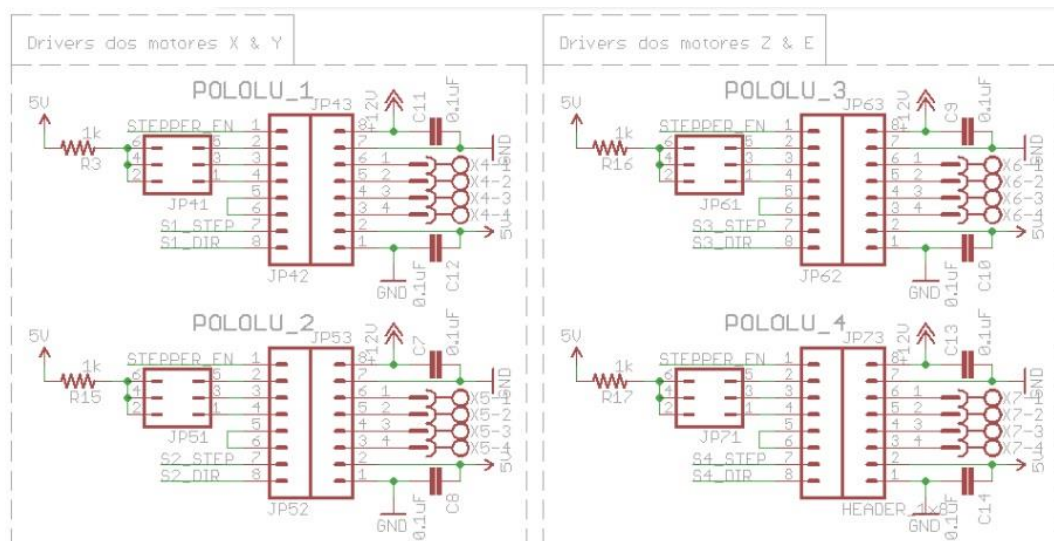
Figura 7 - Ligação dos motores (2)



Fonte: <http://www.reprap.com.br/o-que-usar/electronica/documentacao-da-placa-gen7br/>

Os drivers dos motores usados na placa são os Polulu A4988 com o esquemático mostrado a seguir na figura 8.

Figura 8 - Esquemático do Driver Pololu através do seu Datasheet



Fonte: https://10256873522375932745.googlegroups.com/attach/74aa1949fb98de03/Gen7v1.2-BR2-Esquematico.png?part=0.2&view=1&vt=ANaJVrFOOQVFIVuCeP5yt6lyEIFP83FxC4pu2_BBop3KvFolLnpaFw9KqTndeTN1YQktQ5NXpt8KEzFAAdwwnbrJ8OjKLTtbhqqCPI2QQgG7U7nvhsk5II

Esses drivers possuem um ajuste de corrente de forma que podemos controlar a corrente máxima com um potenciômetro, o que nos permite usar uma tensão acima das taxas normais de tensão dos motores para uma performance melhor.

Uma maneira de calcular a corrente limite é calcular a tensão de referência que corresponde a corrente limite desejada e depois ajustar a corrente limite do potenciômetro até medir a tensão no pino V_{ref} . A corrente limite (I_{max}) se refere a tensão como mostrado a seguir:

$$I_{MAX} = \frac{V_{REF}}{8 \cdot R_{CS}} \quad (1)$$

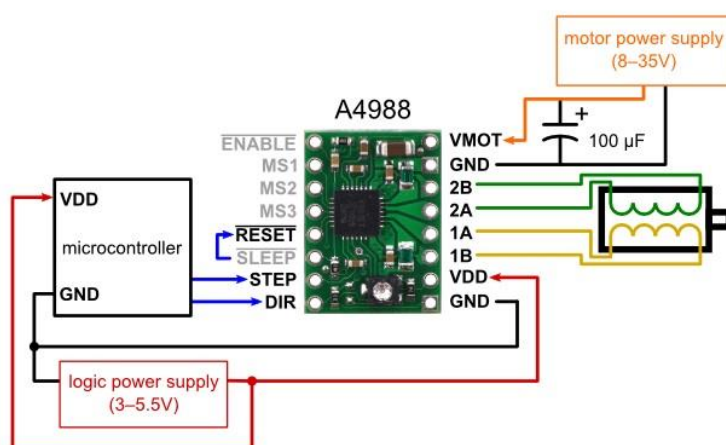
ou, organizando:

$$V_{REF} = 8 \cdot I_{MAX} \cdot R_{CS} \quad (2)$$

Rcs é uma resistência que já vem incluída no driver, e que tem um valor de 68 mΩ. Então para termos uma corrente limite de 1 A deveremos selecionar um V_{ref} de 540 mV. Isso vai fazer com que mesmo que a corrente mude de passo por passo, a magnitude de corrente do vetor no motor se mantenha constante em 1 A.

Para o funcionamento do driver, é preciso alimentá-lo com uma tensão de 3 – 5.5 V conectada nos pinos em Vdd e Gnd e uma tensão no motor de 8 – 35 V conectada por Vmot e Gnd, como mostra a figura 9 abaixo.

Figura 9 - Alimentação do driver com tensão em seus terminais

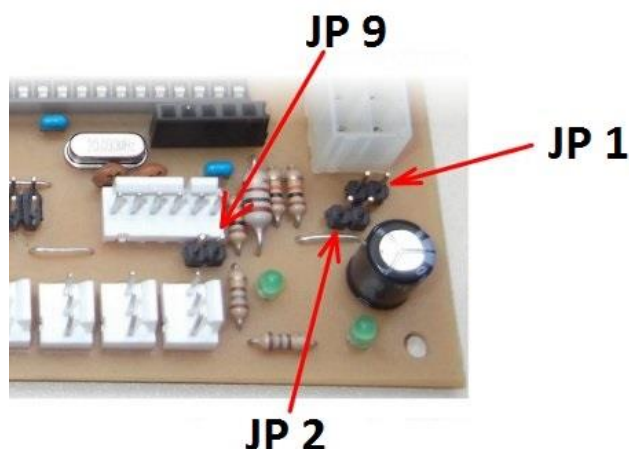


Fonte: <https://www.pololu.com/product/1182>

3.2.2 Testes básicos alimentando com tensão

Com essa primeira montagem básica, podemos fazer alguns testes alimentando-a com tensão. No canto direito embaixo da placa temos os 3 jumpers (JP 1, JP 2 e JP 9) que devem ser usados nos testes para alimentar a placa mostrado na figura 10. Podemos usar uma fonte ATX de PC ou podemos também usar uma fonte de 12 V.

Figura 10 - Localização dos Jumpers (JP 1, JP 2 e JP 9)



Fonte: http://reprap.org/wiki/Gen7_Board_1.2

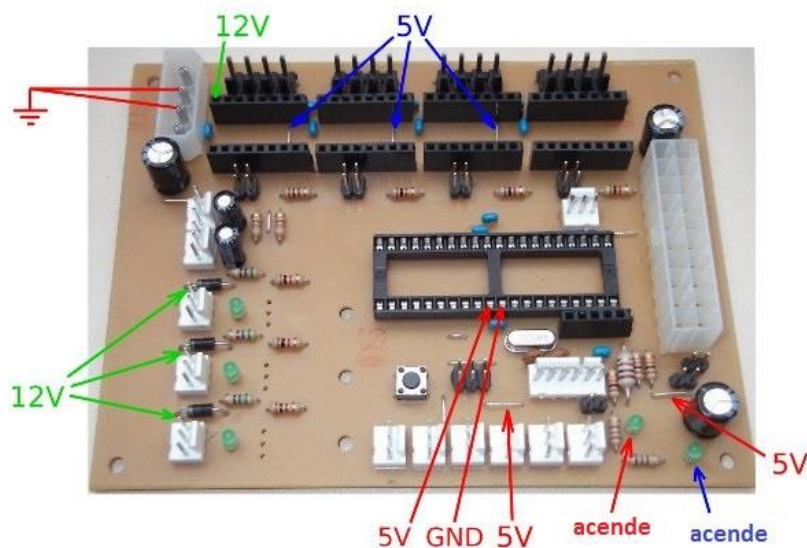
Na figura 11 temos as medições e seus correspondentes nas cores:

Em vermelho: Alimentação de 5 V do conector serial. Os cabos do conversor USB2TTL fornecem tensão a este pino. O ATmega, bem como o Pololus são fornecidos o tempo todo com tensão também. Podemos deixar o JP 1 desconectado.

Em azul: Alimentação de 5 V através do grande conector de alimentação de 20 pinos. O ATmega será fornecido todo o tempo com tensão, enquanto outras peças são fornecidos apenas sob demanda. Isso permite que liguemos e desliguemos a PSU com comandos de G-Code. Por exemplo, o firmware do Teacup dispara a fonte de alimentação nos comandos do aquecedor de entrada ou de movimento e desliga-o automaticamente 30 segundos após o último movimento ou quando todos os aquecedores estão concluídos.

Em verde: Fornecemos 5 V através do conector Molex no canto superior esquerdo da placa. O ATmega, bem como o Pololus são fornecidos o tempo todo com tensão também. Podemos deixar o JP 1 desconectado.

Figura 11 - teste e medição de tensões na placa a partir desse primeiro layout básico.

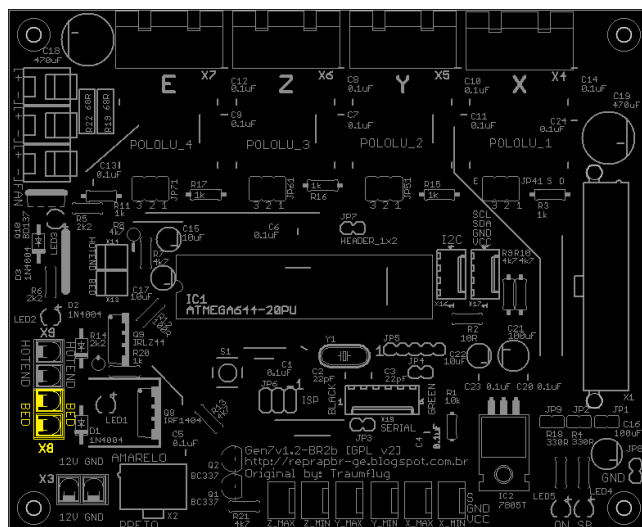


Fonte: http://reprap.org/wiki/Gen7_Board_1.2

3.2.3 Componentes de saída da placa

Nossa placa possui um circuito que aciona a mesa aquecida. Esse circuito é projetado de forma que o MOSFET liga o aquecimento da mesa. Assim podemos escolher uma resistência $R_{ds(on)}$ baixa para um menor aquecimento do nosso MOSFET. $R_{ds(on)}$ é a resistência (V_{ds}/I_{ds}) na sua região linear, Depois que o FET entra em saturação, a resistência muda e a corrente se mantém a mesma com o aumento da tensão. O conector da mesa aquecida é o X8 como mostrado na figura 12 a seguir.

Figura 12 - conexão da saída da mesa aquecida

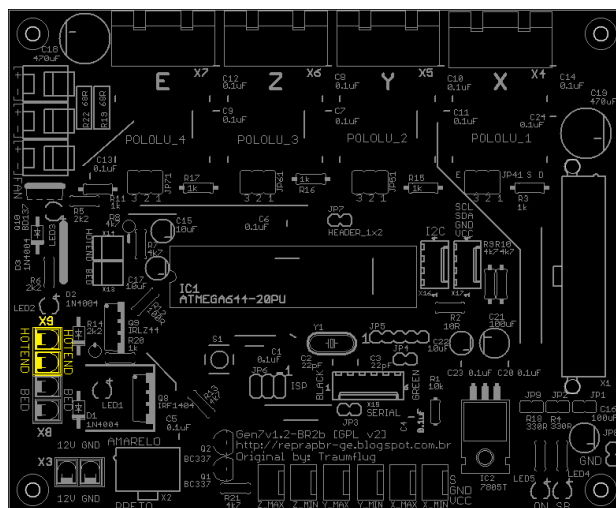


Fonte: <http://www.reprap.com.br/o-que-usar/electronica/documentacao-da-placa-gen7br/>

O circuito para acionar o bico é um circuito a parte da mesa aquecida. A corrente para aquecer o bico é menor, além de possuir um $R_{ds(on)}$ maior porém nesse caso seu valor não é crítico no aquecimento do MOSFET.

Normalmente um valor de $R_{ds(on)}$ pode variar de 10Ω a 1000Ω . Na figura 13 a seguir mostramos o conector do bico identificado como X9 que fica logo acima da saída da mesa na nossa placa.

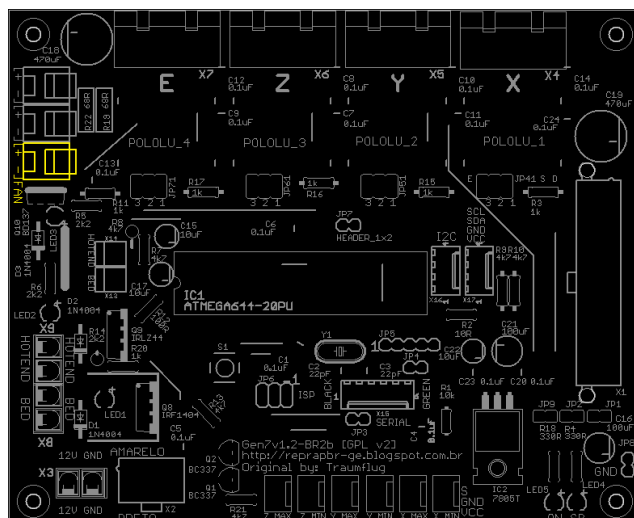
Figura 13 - conexão da saída do bico da impressora



Fonte: <http://www.reprap.com.br/o-que-usar/eletronica/documentacao-da-placa-gen7br/>

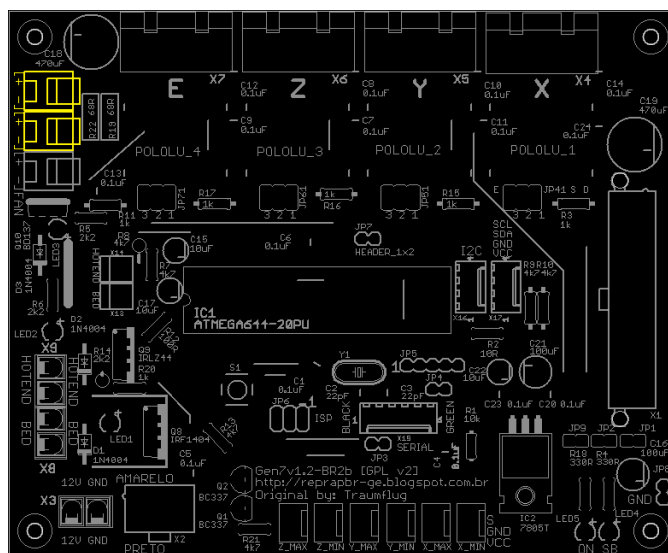
Nossa placa conta com um conector para se ligar um ventilador de 12V que é controlado pelo microcontrolador e pode até ter sua velocidade variada. Além desse conector principal é possível conectar mais outros 2 ventiladores auxiliares de 12V com resistores para limitar sua corrente e reduzir sua velocidade e também seu ruído. Na figura 14 a seguir mostramos a conexão do ventilador principal e na figura 15 dos ventiladores auxiliares.

Figura 14 - conexão da saída do ventilador principal



Fonte: <http://www.reprap.com.br/o-que-usar/electronica/documentacao-da-placa-gen7br/>

Figura 15 - conexão da saída dos ventiladores auxiliares

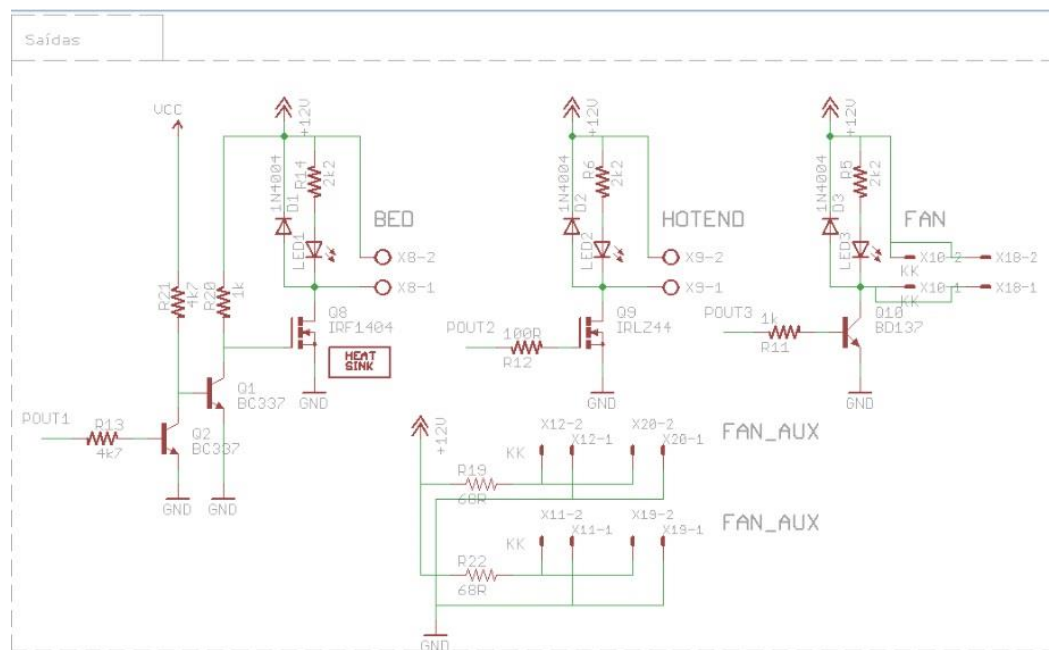


Fonte: <http://www.reprap.com.br/o-que-usar/electronica/documentacao-da-placa-gen7br/>

Os circuitos das saídas que falamos anteriormente são apresentados na figura 16 a seguir. Podemos ver o MOSFET que liga o aquecimento da mesa em BED e o MOSFET que

liga o aquecimento do bico em HOTEND. O ventilador de 12V em FAN e mais os seus dois ventiladores auxiliares em FAN_AUX.

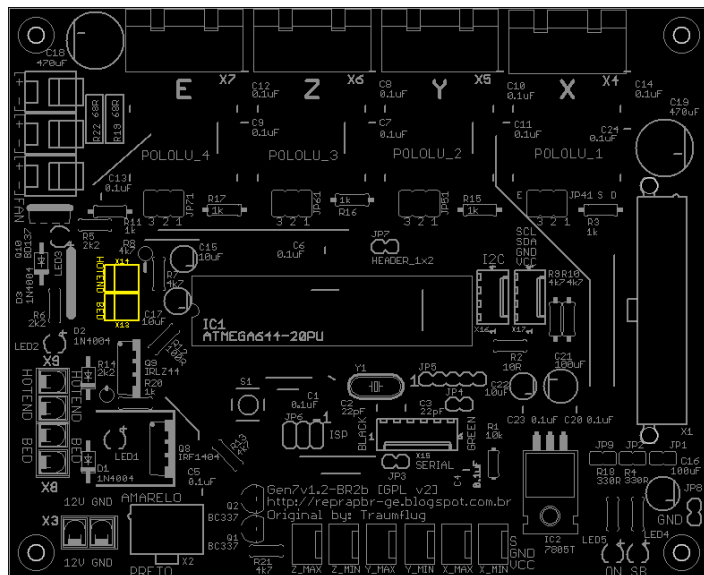
Figura 16 - Circuitos das saídas da placa



Fonte: https://10256873522375932745.googlegroups.com/attach/74aa1949fb98de03/Gen7v1.2-BR2-Esquematico.png?part=0.2&view=1&vt=ANaJVrF0OQVFIVuCeP5yt6lyEIFP83FxC4pu2_BBop3KvFolLnpaFw9KqTndeTN1YQktQ5NXpt8KEzFAdwwnbrJ8OjKLTtbhqqCPJ2QQgG7U7nvhsk5II

Nossa placa possui dois termistores, que são sensores de temperatura, um para a temperatura do bico (HOTEND) e outro para a temperatura da mesa aquecida (BED). Na figura 17 temos a localização destes conectores que também são essenciais na placa.

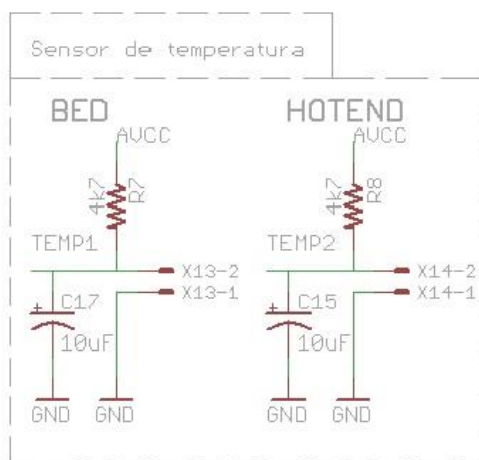
Figura 17 - conexão dos sensores de temperatura



Fonte: <http://www.reprap.com.br/o-que-usar/electronica/documentacao-da-placa-gen7br/>

Na figura 18 a seguir apresentamos os circuitos desses sensores. Podemos ver que os dois sensores da nossa placa são idênticos com um resistor de 4k ohms e um capacitor de 10mF.

Figura 18 - Circuito dos sensores de temperatura

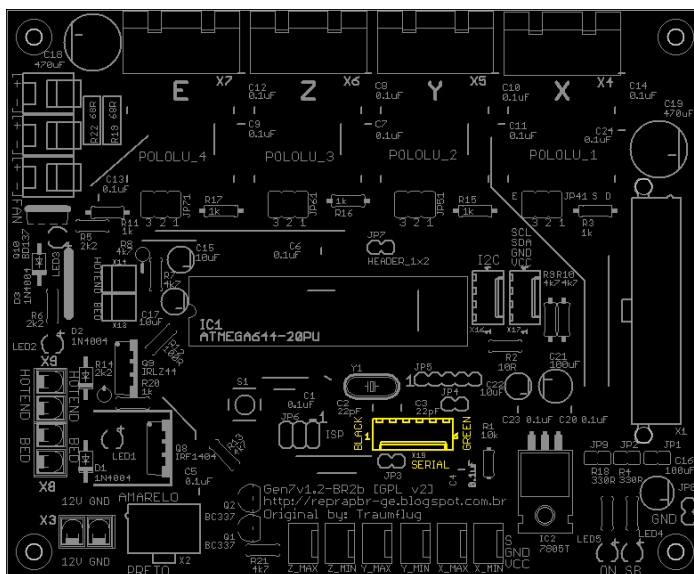


Fonte: https://10256873522375932745.googlegroups.com/attach/74aa1949fb98de03/Gen7v1.2-BR2-Esquematico.png?part=0.2&view=1&vt=ANaJVrFOOQVFIVuCeP5yt6lyEiFP83FxC4pu2_BBop3KvFolLnpaFw9KqTndeTN1YQktQ5NXpt8KEzFAdwwnbrJ8OjKLTtbhqqCPJ2QQgG7U7nvhsk5II

3.2.4 Conector Serial

Nossa placa possui um conector serial para fazer a comunicação direta com o computador. Este conector serve para enviar dados e também atualizações de firmware. Ele está ligado diretamente ao microcontrolador. Para poder ligá-lo a porta USB do computador, será preciso de um conversor USB-Serial (TTL). Se for ligado a porta serial do computador então o conversor TTL-RS232 que deverá ser utilizado. A figura 19 a seguir mostramos a localização da porta serial da placa.

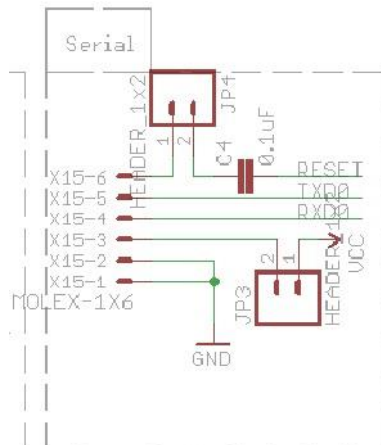
Figura 19 - Porta serial da placa



Fonte: <http://www.reprap.com.br/o-que-usar/electronica/documentacao-da-placa-gen7br/>

Na próxima figura 20 temos a porta serial de forma mais detalhada mostrando a sua pinagem.

Figura 20 - Esquemático da porta serial através do seu datasheet.

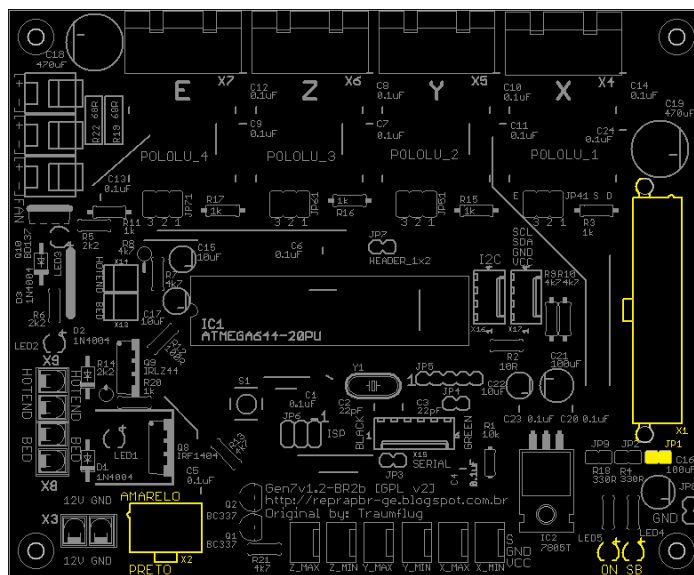


Fonte: https://10256873522375932745.googlegroups.com/attach/74aa1949fb98de03/Gen7v1.2-BR2-Esquematico.png?part=0.2&view=1&vt=ANaJVrFOOQVFIVuCeP5yt6lyEiFP83FxZC4pu2_BBop3KvFolLnpaFw9KqTndeTN1YQktQ5NXpt8KEzFAdwwnbrJ8OjKLTtbhhqqCPJ2QQgG7U7nvhsk5II

3.2.5 Testes de tensão utilizando conectores ATX da placa

Podemos fazer mais testes de tensão na nossa placa agora. Primeiro vamos ligar o conector ATX de 20 pinos da fonte de PC ao conector X1 e o conector ATX de 6 pinos da fonte de PC ao conector X2. Dessa forma devemos deixar o jumper JP 1 ligado e os outros dois jumpers (JP 2 e JP 9) desligados. Assim nós vamos ter o processador sendo alimentado com tensão de 4V da fonte ATX e o LED SB ficará aceso como mostrado na figura 21 a seguir.

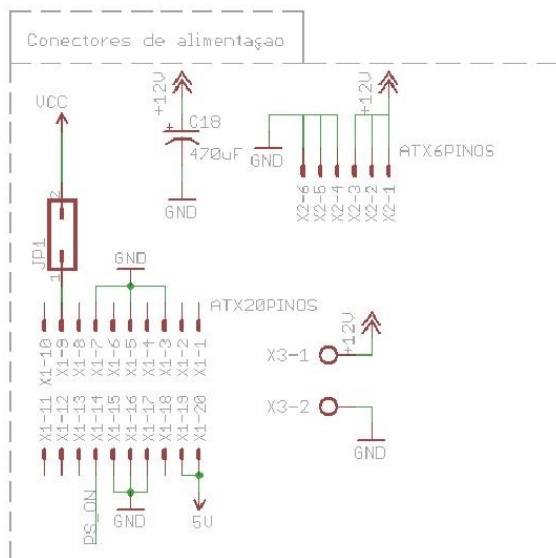
Figura 21 - Teste da placa ligando os conectores ATX e acendendo o LED SB



Fonte: <http://www.reprap.com.br/o-que-usar/eletronica/documentacao-da-placa-gen7br/>

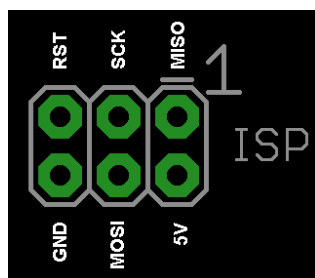
A seguir apresentamos o esquemático com a pinagem dos conectores ATX de 6 pinos e ATX de 20 pinos na figura 22.

Figura 22 - Esquemático dos conectores ATX através do seu Datasheet



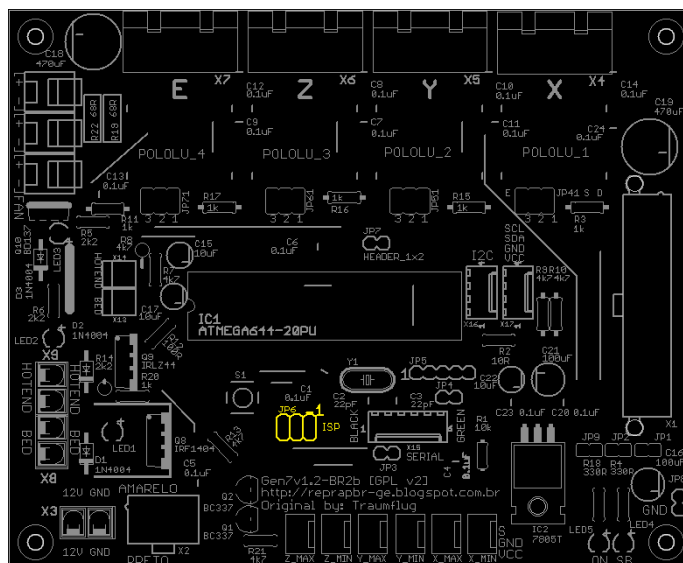
bootloader dentro do microcontrolador. O bootloader é um firmware desenvolvido para que o microcontrolador possa receber um novo firmware do computador através de sua porta serial. Para gravar o bootload e o firmware no atmega 644 utilizamos um arduino mega2560 com seu cabo usb conectando-o ao PC. Nas figuras 24 e 25 a seguir mostramos o conector ISP da nossa placa.

Figura 24 - Pinagem ISP



Fonte: <http://www.reprap.com.br/wp-content/uploads/2012/11/Grava%C3%A7%C3%A3o-via-ISP-PCI-GEN7br2-com-644.pdf>

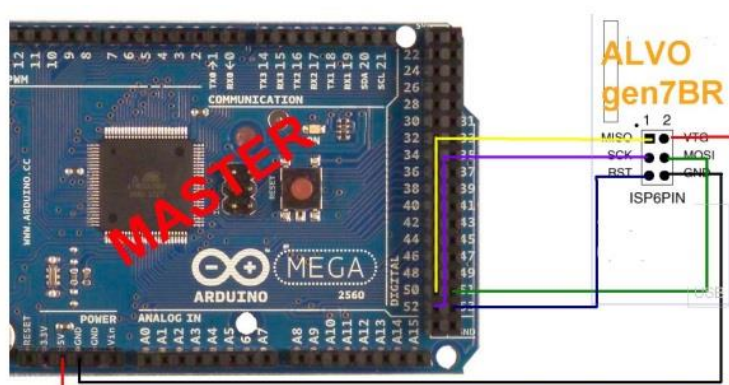
Figura 25 - Localização do ISP na placa Gen7v1.2Br2



Fonte: <http://www.reprap.com.br/o-que-usar/electronica/documentacao-da-placa-gen7br/>

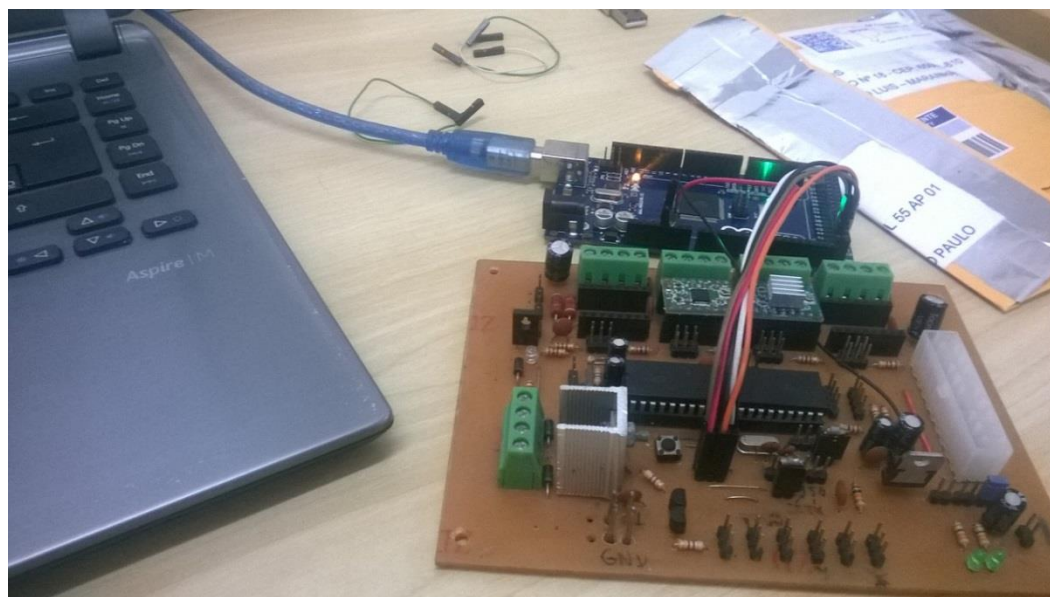
E nas figuras 26 e 27 a seguir o ISP sendo conectado ao arduino mega2560 que por sua vez é conectado ao PC através de um cabo USB.

Figura 26 - Conexão do Arduino no ISP



Fonte: <http://www.reprap.com.br/wp-content/uploads/2012/11/Grava%C3%A7%C3%A3o-via-ISP-PCI-GEN7br2-com-644.pdf>

Figura 27 - Conexão do Arduino no ISP (2)



Fonte: Foto do próprio do autor

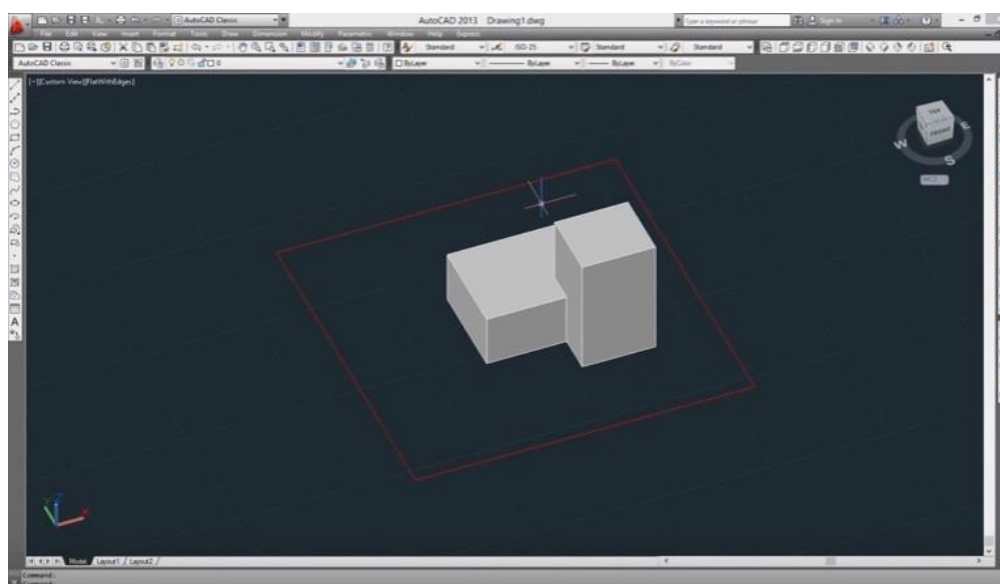
Feitas as ligações, precisamos iniciar o software no arduino e no menu "tools" selecionar a placa Gen7. Após mais algumas configurações de base, podemos gravar o Firmware com sucesso.

4. TESTES DE DESEMPENHO DO PROJETO

Depois de feita a montagem e calibragem da Impressora 3D (parte mecânica e eletrônica através da placa) vem a parte dos testes experimentais. A nossa impressora consegue imprimir qualquer peça criada em 3D contanto que ela seja do formato ".stl", que normalmente é compatível com os formatos de várias ferramentas de CAD. O formato stl descreve superfícies de um objeto através dos seus vértices sem a adição de cores, pinturas ou texturas artísticas.

Um dos softwares mais usados e famosos nesse quesito é o AutoCad. Nesse software quando salvamos o arquivo no menu "File" ele já trás a opção "send to 3D printer service" (enviar para serviço de impressão 3D) que irá salvar nesse formato ".stl". Importante lembrar que o objeto criado no software precisa estar em milímetros e o tamanho em milímetros deste objeto precisa ser compatível com o tamanho da mesa de impressão (print bed) da nossa impressora 3D. A seguir mostramos na figura 28 um exemplo de um objeto simples em .stl e na ferramenta autocad 2013.

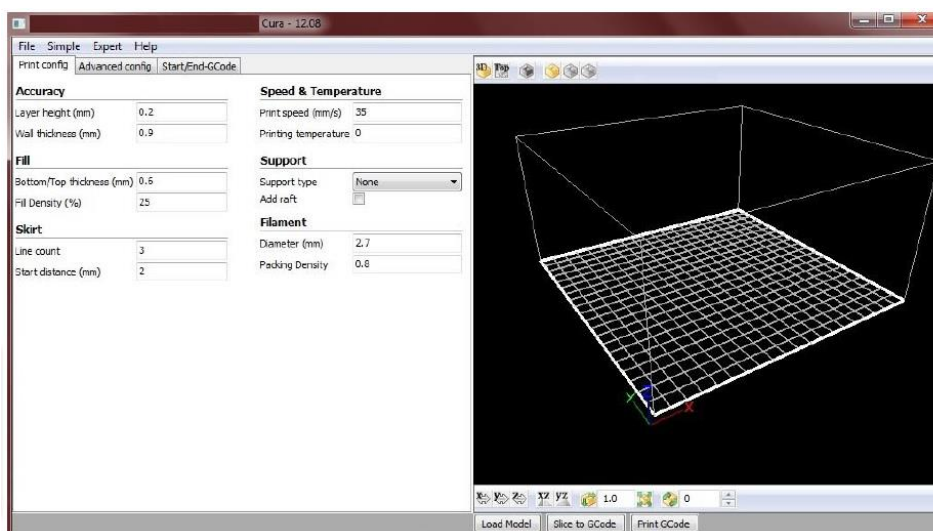
Figura 28 - Modelamento em 3D de objeto através de software autocad 2013



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=aIyo7RJ6Ny4>

Depois que o sólido foi criado e seu arquivo .stl foi exportado, é preciso então processar esse arquivo por outro software que faça o seu fatiamento. Esse software vai dividir o sólido em camadas para que o bico extrusor possa fazer a impressão da figura. Existem várias opções de softwares, um dos mais recomendados é o Cura (Ultimaker, 2012). Esse software também precisa ser configurado colocando informações como a área máxima de impressão, espessura do bico, espessura do filamento, velocidade de impressão. Na figura a seguir mostramos o software Cura com o local da entrada dessas informações.

Figura 29 - Software de fatiamento do objeto em 3D, Cura (Ultimaker, 2012)



Fonte: <https://ultimaker.com/en/products/cura-software>

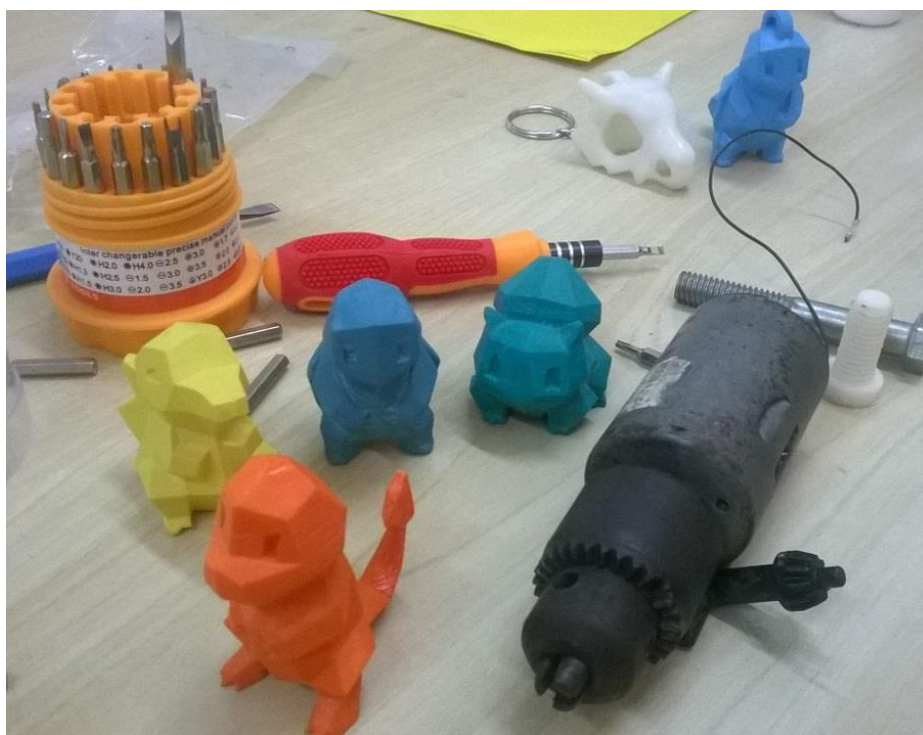
Depois do fatiamento é gerado um arquivo de comandos do tipo G-Code, que se constitui de uma série de códigos com informações de temperatura, trajetória de impressão, posicionamento e outras rotinas para a máquina. Esse G-Code precisa ser transferido para a Impressora através por exemplo da porta serial que foi mostrada anteriormente no 4.2.4. e mais um software de interface. Esse software final para poder enviar o arquivo para a impressora 3D pode ser o Pronterface. Esse software permite a transferência do G-Code para a

impressora e além disso configurar a temperatura da mesa de impressão e a temperatura do bico quente.

Outra opção de software bastante interessante é o Cube 3D. Esse software substitui o Ultimaker e o Pronterface e já tem a função de fatiar o arquivo que está em .stl e enviar direto para a impressora 3D iniciar a impressão. Ou seja, ele faz o trabalho dos dois últimos softwares nele só.

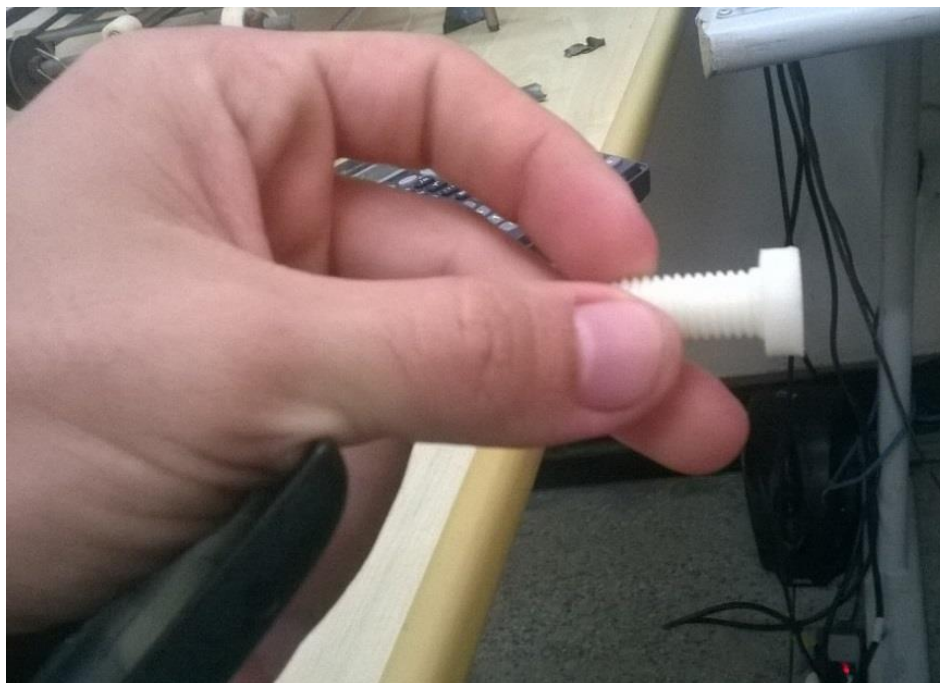
A seguir mostramos um exemplo de peças imprimidas pela impressora 3D na figura 30 e na figura 31.

Figura 30 - Objetos em 3D imprimidos por impressora 3D



Fonte: Foto do próprio do autor

Figura 31 - Objetos em 3D imprimidos por impressora 3D (2)



Fonte: Foto do próprio do autor

5. CONCLUSÃO

Um dos grandes diferenciais das impressoras 3D são o fato de elas operarem depositando camadas do material ao invés de removendo-as. Outras máquinas trabalham esculpindo ou moldando o bloco do material até chegar na forma que queremos e esse ponto das impressoras 3D trabalharem depositando as camadas trás ótimas vantagens como baixo custo de produção, utiliza materiais mais baratos, não preciso de molde (como geralmente se usa moldes de ferro) para sua produção. Também possui algumas desvantagens, as resistências das peças são muito menores, as máquinas são menos robustas do que máquinas de usinagem e portanto precisam de muito mais manutenção e podem apresentar interrupções durante sua produção.

Um ponto interessante é que mesmo sendo pouco robusta a sua manutenção é simples e pode ser feita por uma pessoa com pouco conhecimento técnico enquanto outras máquinas de indústrias precisam de uma manutenção técnica mais complicada.

"As impressoras 3D são máquinas de prototipagem rápida, desenvolvidas para criar produtos inovadores no menor tempo possível, se diferenciando das máquinas convencionais. No início desta nova tecnologia, as máquinas eram utilizadas apenas em indústrias, mas o processo se expandiu e o principal objetivo dos pesquisadores dessa área é adotar seu uso em escritórios e residências particulares." (CONCEIÇÃO, Pedro. 2013)

A idéia de transformar a impressora em um eletrodoméstico é bastante interessante porém de imediato ela apresenta algumas complicações. O usuário precisa de alguns conhecimentos de informática para utilizar os softwares no momento, exige paciência do usuário para fazer a sua manutenção, podem acontecer falhas na impressão caso a impressora seja mal calibrada ou configurada, não tem um design atraente a princípio e não possui as isolações elétricas e térmicas para a sua venda. Esses aspectos podem ser estudados em trabalhos futuros e mais bem desenvolvidos para poder tornar a impressora 3D mais atraente e mais comercial para as pessoas.

BIBLIOGRAFIA

AZEVEDO, Fabio Mariotto. **Estudo e Projeto de Melhoria em Máquina de Impressão 3D** (Janeiro de 2013).

BARIFOUSE, R. A. **A Nova Revolução Industrial**, Revista Época (Outubro de 2012). Disponível em <http://revistaepoca.globo.com/Ciencia-e-tecnologia/noticia/2012/10/nova-revolucao-industrial-muda-forma-como-os-objetos-sao-criados-produzidos-e-consumidos.html>, acessado julho de 2017.

CONCEIÇÃO, Pedro. **Impressoras 3d: Redução De Custo E Tempo No Desenvolvimento De Produtos**, (Outubro de 2013). Disponível em http://www.fatecgarca.edu.br/revista/Volume3/artigos_vol3/Artigo_24.pdf, acessado julho de 2017.

EFE. **Garoto de 14 anos fabrica própria mão robótica com impressora 3D**, Revista Exame (Março de 2017). Disponível em: <http://exame.abril.com.br/tecnologia/garoto-de-14-anos-fabrica-propria-mao-robotica-com-impressora-3d/>, acessado julho de 2017.

EFE. **Estudantes mexicanos regeneram ossos por impressão 3D**, Revista Exame (Julho de 2017). Disponível em: <http://exame.abril.com.br/tecnologia/estudantes-mexicanos-regeneram-ossos-por-impressao-3d/>, acessado julho de 2017.

VOLPATO, N. **Prototipagem Rápida – Tecnologias e Aplicações**, (São Paulo, 2007)

http://manuais3dm.blogspot.com.br/p/home_20.html, consultado em julho de 2017.

<http://rerapbr-ge.blogspot.com.br/2012/05/placa-para-rerap-gen7-nacional.html>, consultado em julho de 2017.

<http://rerapbr-ge.blogspot.com.br/2012/08/placa-gen7br2.html>, consultado em julho de 2017.

<https://www.pololu.com/product/1182>, consultado em julho de 2017.

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1WuknKYIvi0DOJWQcgX0Vu6-HKyIHmEl14LxIxOIL2tk/edit>, consultado em julho de 2017.

<https://ultimaker.com/en/products/cura-software/>, consultado em julho de 2017.

http://rerap.org/wiki/Generation_7_Electronics, consultado em julho de 2017.

<http://www.rerap.com.br/wp-content/uploads/2012/11/Grava%C3%A7%C3%A3o-via-ISP-PCI-GEN7br2-com-644.pdf>, consultado em julho de 2017.

<http://pdabr.com/tema-livre/o-verdadeiro-futuro-em-3d-t1011476.html>, consultado em julho de 2017.

<https://www.youtube.com/watch?v=aIyo7RJ6Ny4>, consultado em julho de 2017.

https://10256873522375932745.googlegroups.com/attach/74aa1949fb98de03/Gen7v1.2-BR2-Esquematico.png?part=0.2&view=1&vt=ANaJVrF0OQVFIVuCeP5yt6lyElFP83FxZC4pu2_BBop3KvFolLnpaFw9KqTndeTN1YQktQ5NXpt8KEzFAdwwnbrJ8OjKLTtbhhqqCPJ2QQgG7U7nvhsk5II, consultado em julho de 2017.