

Grupo:

- Lucas Alves
- Marcus Sérgio
- Victória Lopes

Deseja-se construir uma impressora 3D tipo FDM acionada por motores de passo. A seguir são dados alguns parâmetros de projeto a partir dos quais o sistema deve ser projetado.

Volume de impressão: 250 mm x 250 mm x 300 mm

Tarefa 1

Defina como será a sua impressora: quais graus de liberdade terá a cabeça extrusora e quais terá a mesa de impressão. Dimensione as partes móveis: fusos, guias lineares, mesa de impressão, cabeça extrusora, etc. para atender essas definições. Calcule as cargas mecânicas referidas aos eixos de cada um dos motores. Anexe as folhas de dados das peças escolhidas no documento a ser entregue.

Graus de liberdade:

Graus de liberdade Cabeça extrusora: 2 graus, X e Y.

Graus de liberdade da mesa de impressão: 1 grau, Z.

Dimensionamento das partes móveis:

Dimensionamento dos elementos mecânicos:

Item	Especificação	Massa (g)	Peso (N)
Mesa de impressão	Placa de Alumínio PCB	760	7,46
Mesa Aquecida	Heatbed	400	3,92
Fuso Linear	300 mm	97,5	0,96
Castanha	Castanha unitária	120	1,18

Cabeça Extrusora	Conjunto composto por um motor NEMA 11 e um hot-end do tipo bowden com corpo em alumínio	425	4,17
Motor de Passo	Motor do eixo X, NEMA 17 mais acoplamento do eixo	220	2,2
Modelo Impresso	250mm x 250mm x 300 mm - Densidade do material 1,24g/cm ³	23250g	228,08

Cada módulo suportará uma massa específica. O módulo X suportará o cabeçote de extrusão (425g). O módulo Z suportará a massa da mesa de impressão, modelo impresso, mesa aquecida, castanha (24,53 kg). E o módulo Y suportará um momento causado pelo módulo X, porque o módulo X estará acoplado ao módulo Y através de parafusos.

Dimensionamento dos Módulos

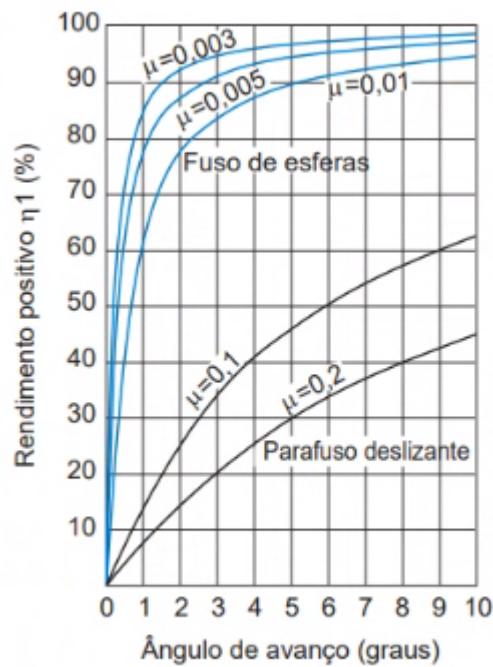
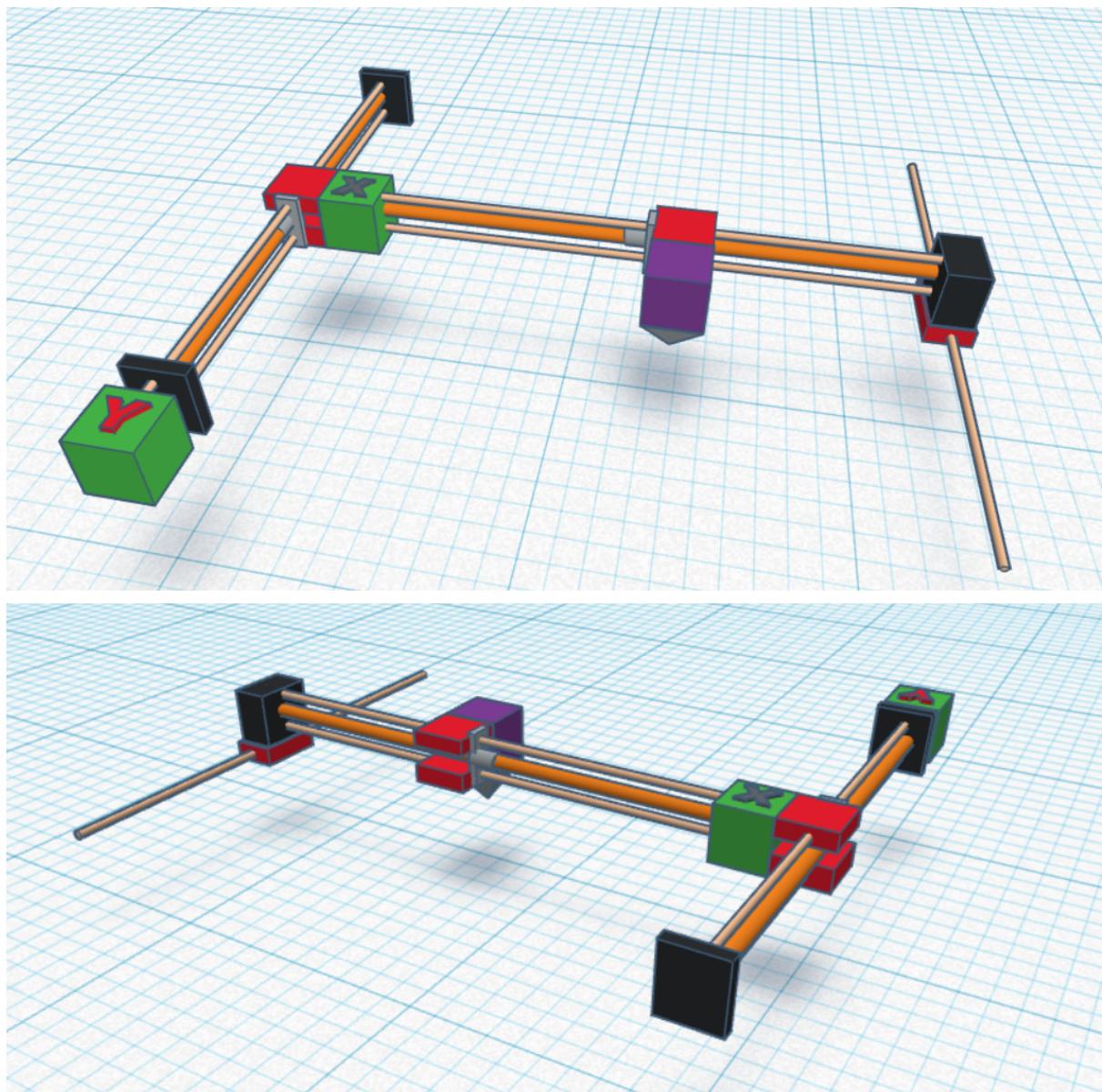


Fig.1 Eficiência positiva (giratório para retilíneo)

Módulo X



Considerações:

Carga do cabeçote de extrusão.
Castanha e Pillow Block.

$$P_x = 0,545 * 9,81 = 5,35 \text{ Nm}$$

$$\tau_{mx} = \mu * P_x * r_f = 0,1 * 5,35 * 4 * 10^{-3} = 2,14 * 10^{-3} \text{ Nm} = 0,00021822 \text{ kgf m} = 0,218 \text{ kgf mm}$$

Módulo Y

Considerações:

Módulo de X;

Castanha e Pillow Block.

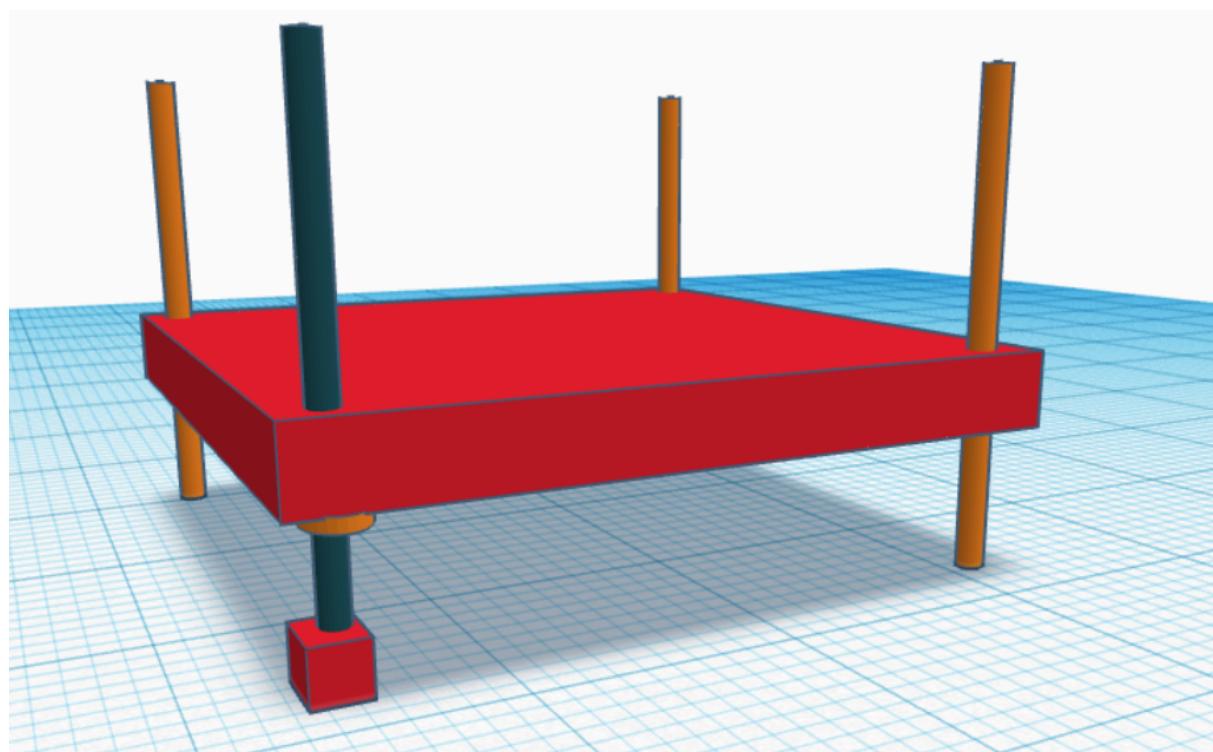
O motor que fará a movimentação em Y estará recebendo um momento que vem da cabeça extrusora que se movimenta no eixo X, assim como dos fusos com a castanha que fazem essa movimentação.

Considerando as castanhas como cargas pontuais e a cabeça extrusora no ponto mais distante (270 mm), chegamos aos cálculos abaixo:

$$\tau_{my} = (m_{extrusora} + massa_{castanha}) * L + \mu * M * g * r_f$$

$$\tau_{my} = (0,425 + 0,12) * 270 * 10^{-3} + 0,1 * 0,34 * 9,81 * 4 * 10^{-3} = 0,1484 \text{ Nm} = 15,14 \text{ kgf mm}$$

Módulo Z



Considerações:

Massa da mesa de impressão;

Massa da mesa aquecida;

Massa da modelo impresso;

Massa da castanha;

$$P_z = (massa_{m \text{ impressão}} + massa_{m \text{ aquecida}} + massa_{\text{modelo}} + massa_{\text{castanhal}}) * g$$

$$P_z = (0,76 + 0,4 + 23,25 + 0,12) * 9,81 = 240,64 N$$

$$\tau_{mz} = (1 + \mu) * P_z * r_f$$

$$\tau_{mz} = 1,1 * 240,64 * 4 * 10^{-3} = 1,06 Nm = 108,09 kgf mm$$

Tarefa 2

Dimensione e escolha motores de passo capazes de acionar as respectivas cargas mecânicas calculadas anteriormente nas condições de operação pedidas sem que sejam superdimensionados. Especifique o tipo de passo (simples, meio ou micro passo), modo de acionamento (unipolar, bipolar paralelo ou série), mostre as ligações dos condutores dos motores e calcule a relação de inércia. Anexe as folhas de dados dos motores no documento a ser entregue.

Velocidade de Impressão:

Velocidade máxima: 20 cm³/hora = 5,56 mm³/s

Baseando-se no volume de um cubo de aresta 2,71 cm, a extrusora vai andar e depositar material com um espaçamento de 0,2 mm no eixo XY e 0,1 mm no eixo Z. Então é necessário fazer 136 linhas e 271 planos. Se 136*271=36856 linhas/hora e cada linha tem 27,1 mm, então 36856*27,1 = 998798 mm/3600 s = 277,4 mm/s.

Escolha do Motor:

Motor X: Acionamento bipolar série. Passo simples.

AK17/1.10F6LN1.8

ESPECIFICAÇÕES GERAIS

Especificação	Valor
Ângulo do passo	1,8°
Número de passos	200
Enrolamento	Bifilar
Temperatura de operação máx.	80°C
Temperatura ambiente	-10°C ~ 50°C
Resistência de isolamento	100VAC / 500VDC
Rigidez dielétrica	500VAC / 1min
Classe de isolamento	B
Esfôrço radial máximo	0,03mm - 400g de carga
Esfôrço axial máximo	0,03mm - 500g de carga
Detent torque	0,06gf.cm
Inércia rotórica	48g.cm²
Quantidade de fios	6
Peso	0,22kg

Bipolar Série	
Fio do motor	Terminal do driver
Vermelho	A+
Verde	A-
Amarcelo	B+
Azul	B-
Branco / Preto	Isolado

Unipolar	
Fio do motor	Terminal do driver
Vermelho	A+
Verde	A-
Amarcelo	B+
Azul	B-
Branco / Preto	Comum

TABELA DE SELEÇÃO

NEMA	MODELO	CONEXÃO		HOLDING TORQUE (kgf.cm)	CORRENTE (A/fase)	TENSÃO (V/fase)	RESISTÊNCIA (Ω/fase)	INDUTÂNCIA (mH/fase)	PESO (kg)
17	AK17/1.10F6LN1.8	Bipolar	Série	1,1	0,07	0,017	140	148	0,22
		Unipolar		0,77	0,1	0,012	37	37	

The diagram shows the formula for calculating the relationship between load, flywheel, and motor inertia:

$$RI = \frac{Mr_F^2 + J_F}{J_M}$$

Annotations in the diagram point to the terms:

- Carga (Load) points to Mr_F^2
- Fuso (Flywheel) points to J_F
- Motor points to J_M

$$\text{Momento de inércia do Fuso} = \frac{1}{2}M * r_f^2 = 0.5 * 0,0975 * 4 * 10^{-3} = 1,95 * 10^{-4} \text{ kg.m}^2$$

$$(M_{castanha} + 2*M_{pillowBlock} + M_{cabeçaExtr}) * (4*10^{-3})^2 + 1,95*10^{-4}$$

$$\text{Relação Inércia} = \frac{4,8*10^{-6}}{(0,24+0,425)*(4*10^{-3})^2 + 1,95*10^{-4}}$$

$$\text{Relação Inércia} = \frac{4,8*10^{-6}}{4,8*10^{-6}} = 42,84$$

Motor Y: Acionamento bipolar série. Passo simples.

AK23/4.6F6FL1.8

ESPECIFICAÇÕES GERAIS

Especificação	Valor
Ângulo do passo	1,8°
Número de passos	200
Enrolamento	Bifilar
Temperatura de operação máx.	80°C
Temperatura ambiente	-10°C - 50°C
Resistência de isolamento	100VAC / 500VDC
Rigidez dielétrica	500VAC / 1min
Classe de isolamento	B
Esforço radial máximo	0,03mm - 400g de carga
Esforço axial máximo	0,03mm - 500g de carga
Detent torque	300gf.cm
Inércia rotórica	120g.cm²
Quantidade de fios	6
Peso	0,42kg

Bipolar Série	
Fio do motor	Terminal do driver
Vermelho	A+
Verde	A-
Amarelo	B+
Azul	B-
Branco / Preto	Isolados individualmente

Unipolar	
Fio do motor	Terminal do driver
Vermelho	A+
Verde	A-
Amarelo	B+
Azul	B-
Branco / Preto	Comum

TABELA DE SELEÇÃO

NEMA	MODELO	CONEXÃO	HOLDING TORQUE (kgf.cm)	CORRENTE (A/fase)	TENSÃO (V/fase)	RESISTÊNCIA (Ω/fase)	INDUTÂNCIA (mH/fase)	PESO (kg)
23	AK23/4.6F6FL1.8	Bipolar	4,6	0,7	7	10	24,8	0,42
		Unipolar	3,2	1	5	5	6,2	

$$RI = \frac{M r_F^2 + J_F}{J_M}$$

Momento de inércia do Fuso = $\frac{1}{2}M * r_f^2 = 0,5 * 0,0975 * 4 * 10^{-3} = 1,95 * 10^{-4} kg.m^2$

$$Relação\ Inércia = \frac{(2*M_{castanha} + 5*M_{pillowBlock} + M_{cabeçaExtr} + M_{MotorX} + M_{Mancal}) * (4*10^{-3})^2 + 1,95*10^{-4}}{12*10^{-6}}$$

$$Relação\ Inércia = \frac{(2*0,12 + 5*0,024 + 0,425 + 0,22) * (4*10^{-3})^2 + 1,95*10^{-4}}{12*10^{-6}} = 17,59$$

Motor Z: Acionamento bipolar série. Passo simples.

AK23/15F6FN1.8

ESPECIFICAÇÕES GERAIS

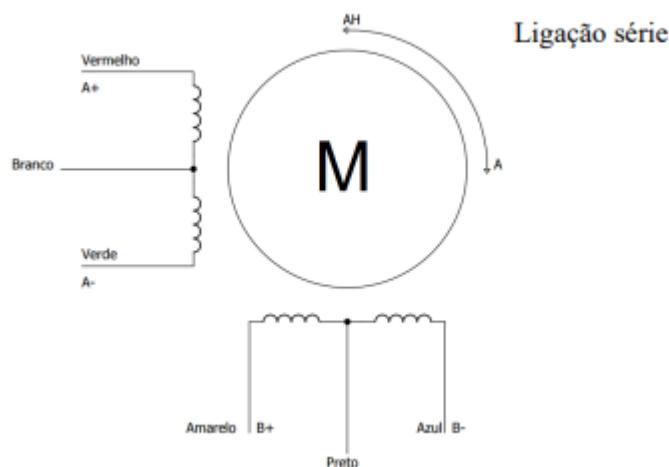
Especificação	Valor
Ângulo do passo	1,8°
Número de passos	200
Enrolamento	Bifilar
Temperatura de operação máx.	80°C
Temperatura ambiente	-10°C - 50°C
Resistência de isolamento	100VAC / 500VDC
Rigidez dielétrica	500VAC / 1min
Classe de isolamento	B
Esforço radial máximo	0,03mm - 500g de carga
Esforço axial máximo	0,03mm - 700g de carga
Detent torque	400gf.cm
Inércia rotórica	370g.cm²
Quantidade de fios	6
Peso	0,98kg

Bipolar Série	
Fio do motor	Terminal do driver
Vermelho	A+
Verde	A-
Amarelo	B+
Azul	B-
Brancos / Pretos	Isolado

Unipolar	
Fio do motor	Terminal do driver
Vermelho	A+
Verde	A-
Amarelo	B+
Azul	B-
Brancos / Pretos	Comum

TABELA DE SELEÇÃO

NEMA	MODELO	CONEXÃO	HOLDING TORQUE (kgf.cm)	CORRENTE (A/fase)	TENSÃO (V/fase)	RESISTÊNCIA (Ω/fase)	INDUTÂNCIA (mH/fase)	PESO (kg)
23	AK23/15F6FN1.8	Bipolar Série	15	2,1	4,2	2	8	0,98
		Unipolar	10,5	3	3	1	2	



Carga → **Fuso**

$$RI = \frac{Mr_F^2 + J_F}{J_M}$$

Motor ↗

$$\text{Momento de inércia do Fuso} = \frac{1}{2} M * r_f^2 = 0.5 * 0,0975 * 4 * 10^{-3} = 1,95 * 10^{-4} \text{ kg.m}^2$$

$$\text{Relação Inércia} = \frac{24,53*(4*10^{-3})^2 + 1,95*10^{-4}}{37*10^{-6}} = 15,88$$

Tarefa 3

Dimensione os drivers para o correto acionamento dos motores sem que sejam superdimensionados e uma fonte de corrente contínua adequada para alimentação. Anexe as folhas de dados dos drivers e da fonte no documento a ser entregue.

Vamos usar o driver para Motor de Passo CI TOSHIBA WD-TB6600 Wotiom. Pois, precisamos de uma corrente por fase de 2,1A, com 6 fios e passo completo e ele atendeu todos os requisitos.

O driver WD-TB6600 suporta motores de passo híbridos de 2 ou 4 fases, com 4, 6 e 8 fios. Os diagramas das possíveis conexões com motores de passo podem ser consultados no datasheet. Os sinais de controle do Driver podem ser ativos pelo nível lógico baixo ou alto. Para o nível lógico baixo, as entradas positivas devem estar conectadas ao VCC (+5V) e para o nível lógico alto, as entradas negativas devem estar conectadas ao GND (0V). A resolução de micro passos pode ser programável através de DIP Switchs. Os micro passos podem ser configurados desde full-step (1/1) até 1/16 (3200 passos/rev) e a corrente de saída pode ser configurada de 0,2A à 5A.

Especificações:

- Tensão de Alimentação: 12 à 48VDC
- Corrente de Saída: 5A
- Adequado para duas fases e quatro fases

Nota:

- Para Sinais de 5V, não é necessário utilizar um resistor (R) nas entradas de sinais;
- Para Sinais de 12V, deverá ser utilizado um resistor (R) de 1k (1/4W);
- Para Sinais de 24V, deverá ser utilizado um resistor (R) de 2k (1/4W);
- Os resistores (R) devem ser conectados aos terminais de saída de sinais do controlador.

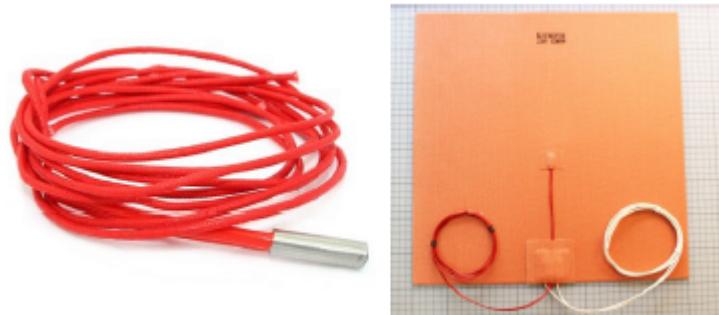


The image shows a Microstep Driver board with its pinout diagram. The board has a black PCB with various components and a green ribbon cable for signal connection. The pinout diagram includes pins for power (DC9-40VDC), ground (GND), and various control signals like ENA+, DIR+, PUL+, and step pulses.

	Cur	1	2	3
0.2A	ON	ON	ON	
0.6A	OFF	ON	ON	
1.2A	ON	OFF	ON	
1.8A	OFF	OFF	ON	
2.5A	ON	ON	OFF	
3.3A	OFF	ON	OFF	
4.2A	ON	OFF	OFF	
5A	OFF	OFF	OFF	

SUB	4	5	6
NC	ON	ON	ON
1	OFF	ON	ON
1/2	ON	OFF	ON
1/2	OFF	OFF	ON
1/4	ON	ON	OFF
1/8	OFF	ON	OFF
1/16	ON	OFF	OFF
NG	OFF	OFF	OFF

Para fazer o aquecimento do bico e da bandeja de trabalho usamos um cartucho resistor de 40W, ligado em 15V e capaz de chegar a uma temperatura de até 350 graus. E uma manta térmica de silicone de 1200W ligado em 220V capaz de chegar a 232 graus.



Para fazer o cálculo do dimensionamento da fonte, estamos considerando que cada motor esteja trabalhando em 2,5A porque no eixo Z é requisitado 2,1A. O cartucho aquecedor permanente consome 3,5A e o Arduino e demais itens de eletrônica consomem 1A.

$$I_{max} = (3 * 2,5A) + 3,5A + 1A = 12A < 15A$$

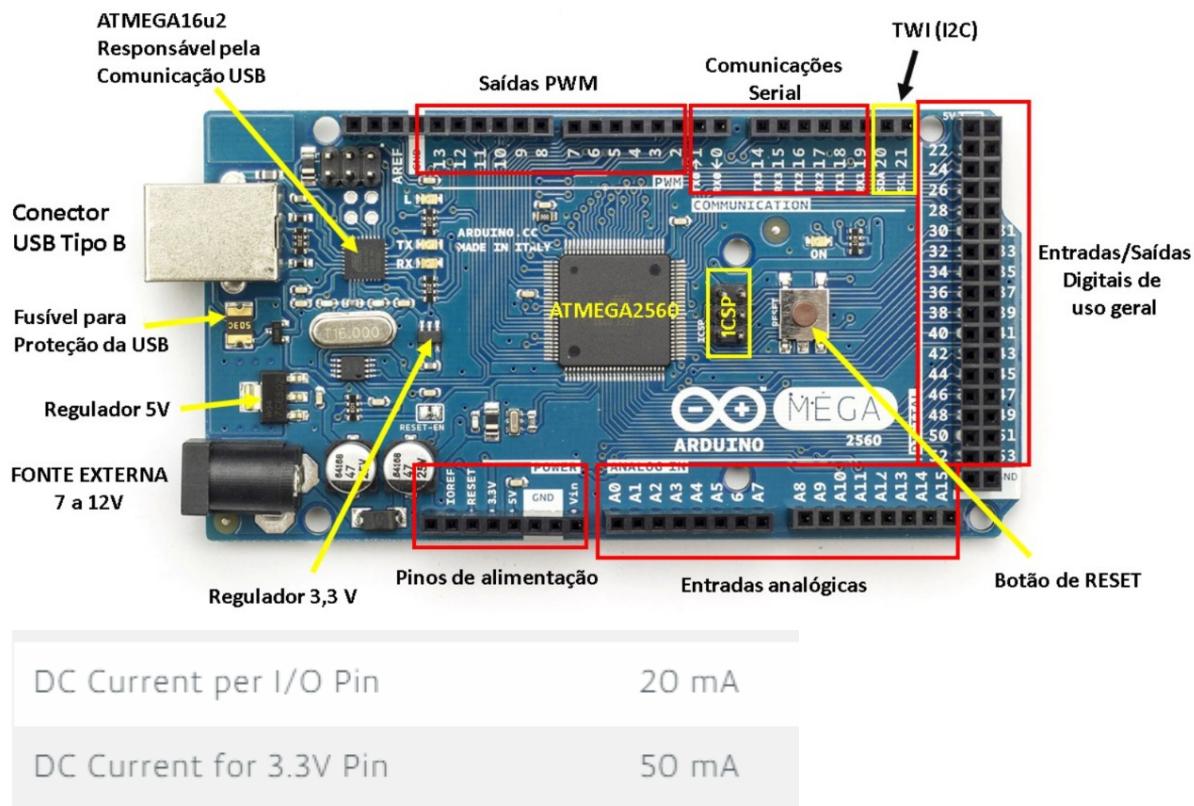
Fonte chaveada 12V 15A 180W



INFORMAÇÕES TÉCNICAS

- Fonte: AC/DC 12V
- Potência: 180W
- Tensão de entrada: 100V-240V AC
- Frequência: 50/60Hz
- Amperagem: 15A
- Tensão de saída: 12V DC
- Dimensões: 20cm x 10cm x 4cm
- Voltagem: Bivolt Automático (110v - 220v)

Usaremos um micro controlador Arduino Mega 2560, que permite a compatibilidade com várias plataformas que facilitam a conexão com a internet, bluetooth, etc. Ele tem 54 pinos de entrada e/ou saída digitais, dos quais 14 podem ser usados como saídas de PWM. Também tem 16 entradas analógicas, 4 portas seriais de hardware, 1 cristal oscilador de 16 MHz, 1 conexão USB, 1 conector de alimentação e 1 botão reset.



Tarefa 4

Monte uma planilha com o orçamento de todas as peças e equipamentos escolhidos para o projeto desta impressora 3D. Compare os valores com os obtidos por outros grupos e discorra sobre possíveis diferenças nas escolhas, vantagens e desvantagens do seu projeto em relação aos demais.

Material	Valor unitário	Quantidade	Subtotal
Fonte 15 V	R\$ 65,99	1	R\$ 65,99
Arduino Mega	R\$ 142,41	1	R\$ 142,41
Driver WD-TB6600	R\$ 89,00	3	R\$ 267,00
Cartucho Aquecedor	R\$ 18,85	1	R\$ 18,85
Manta térmica	R\$ 500,00	1	R\$ 500,00
Base para manta térmica	R\$ 156,45	1	R\$ 156,45
Perfil Estrutural de Alumínio 20x20 mm	R\$ 17,00	3,44	R\$ 58,48
Fuso T8 400 mm com castanha	R\$ 49,30	3	R\$ 147,90
Guias lineares T8 400mm	R\$ 48,01	8	R\$ 384,08
Kit Extrusora Hotend Bowden	R\$ 151,88	1	R\$ 151,88
Motor eixo X	R\$ 125,69	1	R\$ 125,69
Motor eixo Y	R\$ 216,40	1	R\$ 216,40
Motor eixo Z	R\$ 242,69	1	R\$ 242,69
Motor cabeça extrusora	R\$ 88,47	1	R\$ 88,47
Parafusos 4mm x 12mm	R\$ 22,90	5	R\$ 114,50
Carretel ABS 1kg	R\$ 66,90	4	R\$ 267,60
Carretel PLA 1kg	R\$ 89,99	4	R\$ 359,96
Kit Pillow Block com 4	R\$ 149,43	2	R\$ 298,86
Mancal 8mm	R\$ 18,43	5	R\$ 92,15
Total			R\$ 3.699,36

Valor final do Projeto R\$ 3699,36	Preço de uma impressora 3D no mercado: R\$ 3999,00
Outros grupos ficaram entre R\$2000 e R\$4000.	

Vantagens: Preço acessível pelo oque está sendo ofertado no mercado.	Desvantagens: Demora na entrega, pois cada peça será comprada em fornecedores diferentes, isso também eleva o custo.
--	---

Sites de Referência:

Mancal:

https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-930756677-mancal-com-rolamento-p-eixo-linear-fuso-8mm-kp08-kp8-cnc-3d-_JM?matt_tool=70509262&matt_word=&matt_source=google&matt_campaign_id=12408848785&matt_ad_group_id=119017168518&matt_match_type=&matt_network=g&matt_device=c&matt_creative=500385009285&matt_keyword=&matt_ad_position=&matt_ad_type=pla&matt_merchant_id=306669487&matt_product_id=MLB930756677&matt_product_partition_id=296321646450&matt_target_id=pla-296321646450&qclid=CjwKC Ajw7diEBhB-EiwAskVi1wVKFn7NWF-5_CvIB5smXxSI4JkK1ZfvnbvN2fdyLBN3ZrDIwuhxo CsTQQAvD_BwE

Pillow Block:

https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1171535290-kit-4-pillow-block-8mm-scs8uu-4-supos-sk8-em-aluminio-_JM?matt_tool=70509262&matt_word=&matt_source=google&matt_campaign_id=12408848785&matt_ad_group_id=119017168518&matt_match_type=&matt_neetwork=g&matt_device=c&matt_creative=500385009285&matt_keyword=&matt_ad_position=&matt_ad_type=pla&matt_merchant_id=306669487&matt_product_id=MLB1171535290&matt_product_partition_id=296321646450&matt_target_id=pla-296321646450&qclid=CjwKCAjw7diEBhB-EiwAskVi19sLc50SJ27Y3CQqcul5T_6j7QTjxnlbYM8KLlowxx82ZYV38dIAbnBoCg3EQAvD_BwE

Parafusos:

https://www.leroymerlin.com.br/parafuso-de-aco-para-metal-4x12mm-maquina-panela-philips-10-peças_89911500

Motor Nema 23 - 15 kgf.cm

<https://www.techmakers.com.br/produto/motor-de-passo-akiyama-nema-23-15kgf-cm-ak23-15f6fn1-8-70086>

Motor Nema 23 - 4,6 kgf.cm

<https://www.saravati.com.br/motor-de-passo-nema-23-46-kgfcm-1a>

Motor Nema 17 - 1,1 kgf.cm

<https://www.techmakers.com.br/produto/motor-de-passo-akiyama-nema-17-1-1kgf-cm-ak17-1-10f6ln1-8-70087>

Motor Nema 11 - 0,17 Nm

https://br.banggood.com/HANPOSE-11HS5010-50mm-Nema-11-Stepper-Motor-28BYGH50-1A-0_17N_m-4-lead-for-CNC-Router-p-1564349.html?utm_source=googleshopping&utm_medium=cpc_organic&gmcCountry=BR&utm_content=minha&utm_campaign=minha-brg-pt-pc¤cy=BRL&cur_warehouse=CN&createTmp=1

Guia Linear:

https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1597160373-guia-linear-8mm-x-400mm-cromada-h7-sae1045-1-un-_JM?matt_tool=70509262&matt_word=&matt_source=google&matt_campaign_id=12408848785&matt_ad_group_id=119017168518&matt_match_type=&matt_network=g&matt_device=c&matt_creative=500385009285&matt_keyword=&matt_ad_position=&matt_ad_type=pla&matt_merchant_id=114878604&matt_product_id=MLB1597160373&matt_product_partition_id=296321646450&matt_target_id=aud-1010920718318:pla-296321646450&gclid=CjwKCAjw7diEBhB-EiwAskVi18mcKh_UewBvgNSEMX6iSn05MxQQDvMOm862cBqzwEZEfUYIs6F8qRoCm80QAvD_BwE

Cartucho Aquecedor Cerâmico:

[https://www.googleadservices.com/pagead/aclk?sa=L&ai=DChcSEwjHh-WDtrrwAhUIBpEKHZu6BIIYABAEGgjZQ&ae=2&ohost=www.google.com&cid=CAESQOD25eApUdcy6BY2f5-9MQZJnJlbgDVYcTa9Cr4f_40wdRZav2piNOW6yK6IBjPlk6bqtRw5p3FtBuogAPIFJ4A&sig=AOD64_2clWIU3YNwnHAt4pINYlegZRpRkQ&ctype=5&q=&ved=2ahUKEwjsz9yDtrrwAhWMKLkGHRxoCbsQ9aACegQIARBM&adurl="](https://www.googleadservices.com/pagead/aclk?sa=L&ai=DChcSEwjHh-WDtrrwAhUIBpEKHZu6BIIYABAEGgjZQ&ae=2&ohost=www.google.com&cid=CAESQOD25eApUdcy6BY2f5-9MQZJnJlbgDVYcTa9Cr4f_40wdRZav2piNOW6yK6IBjPlk6bqtRw5p3FtBuogAPIFJ4A&sig=AOD64_2clWIU3YNwnHAt4pINYlegZRpRkQ&ctype=5&q=&ved=2ahUKEwjsz9yDtrrwAhWMKLkGHRxoCbsQ9aACegQIARBM&adurl=)

Arduíno Mega:

[https://www.googleadservices.com/pagead/aclk?sa=L&ai=DChcSEwiGi8rRtbrwAhUMDZEKHQSdBjgYABAEGgjZQ&ae=2&ohost=www.google.com&cid=CAESQOD2VeKBwCF9jIVR6WSIY5_TJMTbazgR-JptCVCoupHGKxD-AiGHYPEYvx6Uc7DCJyTCnxyU9irB5bhPUTyWr0Y&sig=AOD64_0p8C1DJnexl7Pg_Dc9NNV0luHjA&ctype=5&q=&ved=2ahUKEwi6n8PRtbrwAhXSGbkGHZIKCjUQ9aACegQIARBI&adurl="](https://www.googleadservices.com/pagead/aclk?sa=L&ai=DChcSEwiGi8rRtbrwAhUMDZEKHQSdBjgYABAEGgjZQ&ae=2&ohost=www.google.com&cid=CAESQOD2VeKBwCF9jIVR6WSIY5_TJMTbazgR-JptCVCoupHGKxD-AiGHYPEYvx6Uc7DCJyTCnxyU9irB5bhPUTyWr0Y&sig=AOD64_0p8C1DJnexl7Pg_Dc9NNV0luHjA&ctype=5&q=&ved=2ahUKEwi6n8PRtbrwAhXSGbkGHZIKCjUQ9aACegQIARBI&adurl=)

Fonte de Alimentação:

https://combinado.com.br/fonte-chaveada-12v-15a-180w.html?gclid=CjwKCAjw7diEBhB-EiwAskVi1yeiX9WD1-NyNfd2KBlr58mcR2aDgwudsVEiT09j8xHC47kQhBOSHRoCVH8QAvD_BwE

Driver:

<https://www.recicomp.com.br/produtos/driver-para-motor-de-passo-5a-wd-tb6600-wotiom/>

Datasheet driver:

<https://d26lpennugtm8s.cloudfront.net/stores/198/075/rte/Datasheet-Driver-WD-TB6600.pdf>
https://www.mcilelectronics.cl/website_MCI/static/documents/TB6600_data_sheet.pdf

Cabeça extrusora:

<https://www.loja3d.com.br/pecas-e-acessorios/extrusora-hotend-bowden-para-impressora-3d-para-filamento-1-75mm-e-bico-de-0-4mm>

Fuso com castanha:

https://www.amazon.de/dp/B07D9Z1PCH/ref=sspa_dk_detail_6?pd_rd_i=B07D9Z1PCH&pd_rd_w=5I0xl&pf_rd_p=8ba6da41-0794-4fc-80e6-91844af04175&pd_rd_wg=Hrfsn&pf_rd_r=JAKWES2F5MD835RYY4NW&pd_rd_r=c74d7fef-f741-4b01-ba49-773c3aed7a68&smid=A3MWTOW3Y5FBF1&spLa=ZW5jcnlwdGVkUXVhbGlmaWVyPUExUEowMkRGSVc5RDZFJmVuY3J5cHRIZElkPUEwMjl1NjQzM1A4RlpTMzRQNEpLTCZlbmNyeXB0ZWRBZEIkPUEwNDI5MDE4WihsUsk5GS0dRNTVGJndpZGdIdE5hbWU9c3BfZGV0YWlsX3RoZW1hdGljJmFjdGIvbj1jbGlja1JIZGlyZWN0JmRvTm90TG9nQ2xpY2s9dHJ1ZQ&th=1

Datasheet motor:

<https://www.neomotion.com.br/wp-content/uploads/2017/07/Cat%C3%A1logo-Datasheet-dos-motores-de-passo-R01.pdf>

Motor cabeça extrusora:

<https://www.kalatec.com.br/motor-de-passo-nema-11-com-redutor/>

Base:

https://pt.aliexpress.com/item/1005001320507213.html?spm=a2g0o.search0302.0.0.fffbb1dc_a8D4mOV&algo_pv_id=b5eb2840-b59c-475e-bf09-597e7fba9031&algo_expid=b5eb2840-b59c-475e-bf09-597e7fba9031-31&btsid=0bb0623f16200882775247144ea511&ws_ab_test=searchweb0_0.searchweb201602_.searchweb201603

Mesa aquecida:

<https://www.amazon.com/Printer-RepRap-Aluminum-Heatbed-Mendel/dp/B07KNN3FH1>