

DIMENSIONAMENTO DO MOTOR DE PASSO PARA A ARTICULAÇÃO Z DE UM ROBÔ MANIPULADOR COM FRESADORA¹

Laércio Danrlei Weiler².

¹ Projeto de Iniciação Científica.

² Aluno do Colégio Tiradentes da Brigada Militar - Ijuí, laerciod1201@hotmail.com

Introdução

Os robôs cartesianos são sistemas eletromecânicos que possuem três articulações deslizantes, as quais lhes permitem movimentar-se em ângulo reto nas direções: x, y e z. De acordo com a máquina ferramenta que este manipule, o robô pode ser empregado nas mais diversas atividades industriais. Dentre as principais características destes robôs destacam-se: a pequena área de trabalho, o elevado grau de rigidez mecânica e a capacidade de exatidão no posicionamento da máquina ferramenta. Dentre as máquinas ferramenta, a mais utilizada é a fresadora, a qual é uma ferramenta de movimento contínuo destinada à usinagem de materiais como madeira, plástico, e metais. Porém, substituindo-se a fresa por laser ou fio quente, outros materiais podem ser trabalhados como isopor e espuma. Entretanto, robôs deste tipo possuem elevado custo, o que impossibilita a realização de trabalhos de pequeno porte ou “caseiros”. Várias são as propostas encontradas na literatura técnica para baixar o custo dos robôs cartesianos. Entre elas cabe citar a utilização de MDF (Medium Density Fiberboard) para construir o robô. O motor dessa estrutura tem por finalidade o deslocamento da fresadora na direção vertical. Essa articulação depende de um fuso rosqueado, e duas guias de sustentação também na vertical, uma a cada lado do fuso, que sustentam a estrutura da fresadora. E para um bom rendimento da estrutura em geral, as peças devem seguir fielmente aos moldes do projeto em estudo, além do dimensionamento do motor de passo que é, também, considerado uma parte crítica do projeto. Este requer uma atenção à parte, pois sua massa pode alterar a sustentação da mesa atrapalhando o rendimento, ou sua potência pode não satisfazer o necessário para mover a fresa. Portanto, o objetivo deste trabalho consiste em elaborar o projeto e a implementação desses robôs, também conhecidos como roteadores CNC (Comando Numérico Computadorizado), os quais foram desenvolvidos durante a elaboração de TCCs (Trabalhos de Conclusão de Curso) dos alunos do Curso de Engenharia Elétrica da UNIJUI. A pretensão foi corrigir os erros resultantes da falta de experiência durante a construção do robô com MDF.

Metodologia

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXII Seminário de Iniciação Científica

Portanto, para desenvolver o projeto, num primeiro momento, a mesa Z concebeu-se a partir das propostas feitas nos diversos TCCs. Posteriormente foram utilizadas ferramentas CAD (Computer Aid Design), as quais permitiram integrar as propostas e desenhar as diferentes peças da mesa Z, tais como: guias, rolamentos, fuso, motor de passo (atuador) e fresadora. Uma vez concebida a estrutura, o seguinte passo foi calcular o torque do motor, necessário para deslocar a fresa na direção cartesiana Z (direção vertical).

Resultados e discussão Baseando-se na literatura técnica constata-se que após desenvolver as estruturas em CAD, o cálculo do torque do motor implica em calcular a força que deve ser aplicada para girar o eixo z. Neste caso, a força que o motor deverá fazer para mover o fuso conforme ilustrado na Figura 1. Os parâmetros necessários ao cálculo do torque são:

- Massa das estruturas em MDF (1050gramas);
- Massa, comprimento e espessura de cada guia (respectivamente 90g, 21,3cm e 8mm);
- Massa, comprimento e espessura do fuso (350g, 24cm e 18mm);
- Massa da fresadora (500g);

Figura 1. Concepção do braço para deslocamento Z.

De posse dos parâmetros geométricos e das características dos elementos da mesa Z, as equações que definem o torque, conforme a literatura técnica investigada, definem primeiramente a inércia total do sistema J_p em quilograma por metro quadrado ($Kg.m^2$), a qual é definida pela equação 1.

$$J_p = J_w + J_{fuso} + 2J_{guias} + J_{rotor} \quad (1)$$

Onde J_w a inércia da mesa, J_{fuso} é a inércia dos fusos, J_{guias} é a inércia das guias e J_{rotor} é a inércia do motor obtida diretamente dos dados do manual do próprio motor. Sendo J_w definida pela expressão (2).

$$J_w = W_t \cdot p^2 \div (4 \times 10^7) \quad (2)$$

De forma que W_t é o peso de toda mesa (motor mais peso da retífica mais o fuso, guias e peças de acrílico) e p é o passo do fuso como definido na expressão (3).

$$W_t = W_{ret} + W_{fuso} + 2W_{guias} + W_{acrílicos} + W_{motor} \quad (3)$$

Retomando as inercias dos outros componentes, a inercia do fuso se define através da expressão (4).

$$J_{fuso} = 761D^2 \cdot L \quad (4)$$

Sendo que D é o diâmetro em metro(m), e L comprimento do mesmo também em metro. E a mesma expressão pode ser aplicada para calcular a inercia das guias.

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXII Seminário de Iniciação Científica

Considerando que a eficiência do fuso, o coeficiente de atrito dos rolamentos e o deslizamento do motor mais o desalinhamento do motor e do fuso aumente em 60% a Inércia, assim pode definir-se que a inercia total é definida pela expressão (5):

$$J_t = 1,6J_p \quad (5)$$

Por fim é calculado o torque do motor com a expressão (6).

$$T_m = J_t \cdot a \quad (6)$$

Sendo que a é a aceleração do motor (em metros por segundo elevado ao quadrado) conforme o perfil e definida através da expressão (7).

$$a = (4,5 \cdot d) / t^2 \quad (7)$$

Onde d é a distância, em metro, percorrida numa volta; e t é o tempo, em segundos, gasto nessa volta.

Assim sendo, como resultado da aplicação desses cálculos, o motor mais apropriado para essa estrutura é o NEMA 17. Este motor possui um torque de $54 \text{g} \cdot \text{cm}^2$, com uma massa estimada em 280g. Suas dimensões são apresentadas na figura 2(a), e seu aspecto físico na figura 2(b).

(a)

(b)

Figura 2. Motor Nema 17. (a) Dimensões em mm, (b) Aspecto físico.

Conclusões

Após o cálculo do torque, foi adquirido o motor de passo, cujo controle eletrônico será desenvolvido posteriormente por alunos do curso de engenharia elétrica. As peças da estrutura necessárias à construção da mesa Z foram usinadas em MDF, prevendo maior precisão viabilizando perfeitamente o encaixe das mesmas. Posteriormente, tendo-se consolidado a mesa Z, esta foi submetida a exaustivos testes acoplado a seu eixo uma furadeira, a qual desempenhará o papel do motor de passo. Estes permitiram concluir que a mesa como resultado apresenta um desempenho satisfatório. No futuro pretende-se adaptá-la à mesa Y e, consecutivamente à mesa X que deverão ser projetadas e desenvolvidas nos mesmos padrões da mesa Z.

Palavras-Chave: Cálculos de torque; Robôs cartesianos; Projeto.

Referências

AUTOMATION, Parker, Tecnologia eletromecânica. Apostila 1600.231.01 BR, outubro de 2013.

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXII Seminário de Iniciação Científica

CAROZZI, Helder José Costa. Projeto de uma Fresadora Controlada por Comando Numérico Computadorizado - CNC. 2005. 99p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Telecomunicações), Faculdade Assis Gurgacz, Cascavel, 2005.

DATSCH, Fábio André. Estudo e Desenvolvimento de um Modelo Geométrico 3D de um CNCROBÔ para Usinagem de PCIs (Placas de Circuito Impresso). 2009. 68p. Monografia (Graduação em Engenharia Elétrica), Faculdade de Engenharia, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2009.

MAIA, Luís Henrique Andrade. Influência das Condições de Corte do Fresamento do Aço Baixa Liga ABNT-4140 nos Sinais Vibracionais e de Emissão Acústica. 2009. 198f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica), Faculdade de Engenharia Mecânica, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

SOUSA, Flavia Maria Guerra de. Controle de Fresadora para a Prototipagem de Circuitos Impressos. 1998. 159p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica), Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1998.

STOETERAU, Rodrigo Lima. Processos de Usinagem: aula 8 - processo de fresamento. Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis: 2007. Disponível em: <<http://www.lmp.ufsc.br/disciplinas/Stoterau/Aula-08-U-2007-1-fresamento.pdf>>. Acesso em: 12 jun. 2013.

VENSON, Ivan. Fresamento. Faculdade de Engenharia Industrial Madeireira, Universidade Federal do Paraná. Notas de aula. Disponível em: <http://www.madeira.ufpr.br/disciplinasivan/processoscorte_arquivos/Fresamento.pdf>. Acesso em: 07 jun. 2014.

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXII Seminário de Iniciação Científica

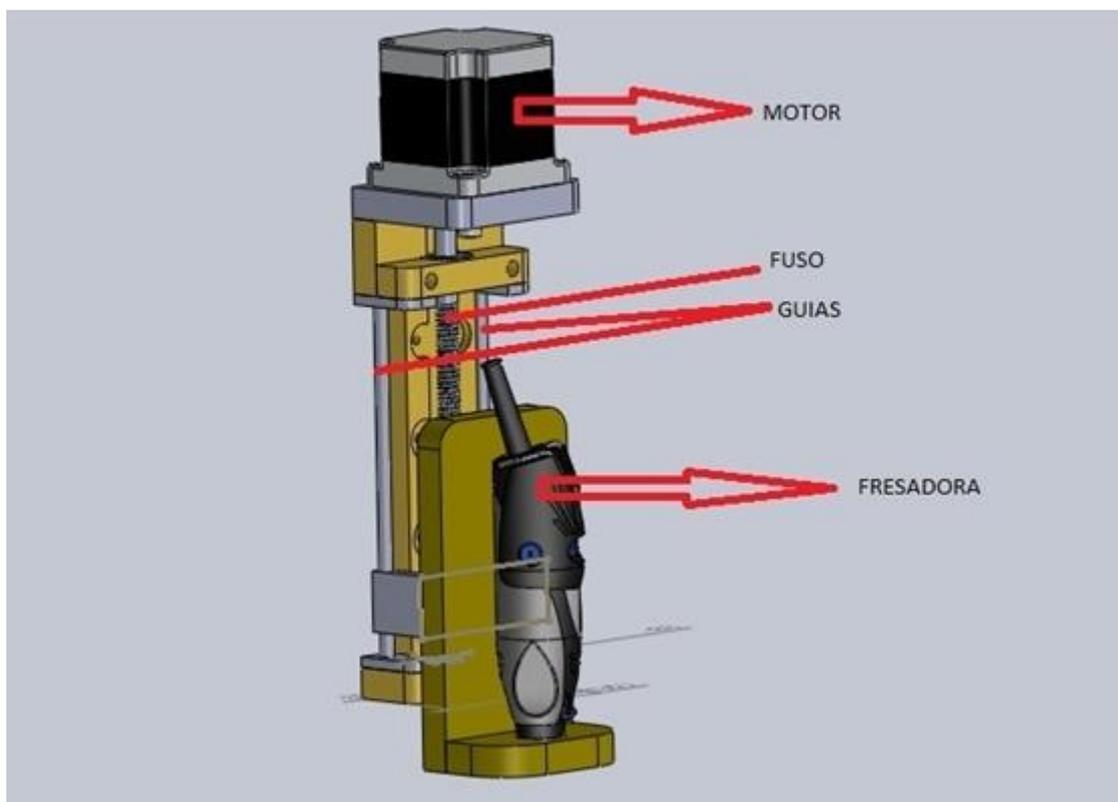
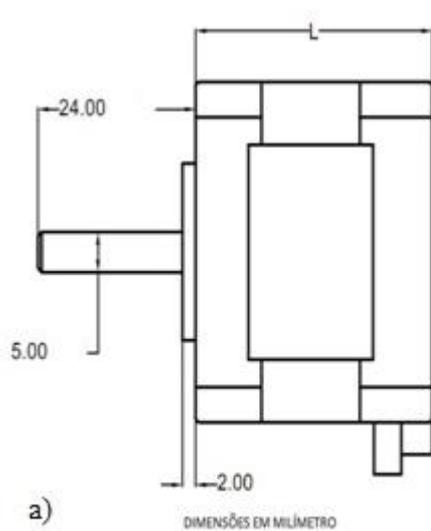


Figura 1. Concepção do braço para deslocamento Z.



Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXII Seminário de Iniciação Científica

Figura 2. Motor Nema 17. (a) Dimensões em mm, (b) Aspecto físico.