

FUNDAMENTOS E PLATAFORMA DE ENSAIO DE MÚSCULOS ARTIFICIAIS ATRAVÉS DE POLÍMEROS ELETROATIVOS

Ricardo Billig Possebon

Acadêmico do curso de Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Pampa
possebon.ricardo@gmail.com

Wang Chong

Professor/Pesquisador do curso de Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Pampa
wangchong@unipampa.edu.br

Resumo. *Este presente artigo apresenta as atividades realizadas na bolsa de iniciação científica, cuja qual visa desenvolver uma plataforma de ensaio de tração bidimensional para realização de ensaios em músculos artificiais. O trabalho tem como objetivo aumentar nossos conhecimentos sobre o comportamento dos músculos artificiais desenvolvidos através de polímeros eletroativos. A pesquisa se justifica no fato de os músculos artificiais representarem uma grande evolução para a robótica, uma vez que com eles seria possível eliminar problemas que estão impedindo que a tecnologia presente nos robôs evolua, dentre eles estão, atrito, desgaste de componentes, impactos e vibrações.*

Palavras-chave: *Plataforma de ensaio. Músculos artificiais. Polímeros eletroativos.*

1. INTRODUÇÃO

Durante anos os engenheiros buscam produzir atuadores que consigam se aproximar do comportamento de músculos dos seres vivos, isto é, alterar seu comprimento através de estímulos elétricos, acarretando em movimentos precisos, grande quantidade de força e tudo isso com ausência de partes mecânicas.

A utilização destes músculos na robótica traria vantagens como diminuição de peso, melhor eficiência energética, diminuição de

falhas dos componentes e permitindo criar atuadores de pequeno porte.

No início deste trabalho serão apresentados os fundamentos de músculos artificiais feitos por polímeros eletroativos. Em seguida será demonstrado o projeto da plataforma de ensaio utilizada para esticar bidimensionalmente o filme do polímero e o dimensionamento do torque do motor necessário para realização da extensão do filme.

2. FUNDAMENTOS DE MÚSCULOS ARTIFICIAIS ATRAVÉS DE POLÍMEROS ELETROATIVOS

Através de pesquisas já realizadas descobriu-se que os músculos artificiais que mais atendem as especificações são os de polímeros eletroativos (EAP).

O mecanismo de funcionamento dos EAPs é relativamente simples, eles são formados por duas placas paralelas eletricamente carregadas nas superfícies opostas de um filme polímero, assim quando uma tensão elétrica alta é aplicada cargas positivas e negativas se acumulam em cada lado do polímero respectivamente, fazendo que o polímero se contraia na direção das linhas do campo elétrico e se expanda nas direções perpendiculares às linhas do campo, como mostra a Fig. 1. Este fenômeno é chamado o efeito de tensor de Maxwell segundo Ashley S. et al. (2003).

Os polímeros eletroativos podem ser classificados em dois grupos: iônicos e eletrônicos (BAR-COHEN et al., 2001).

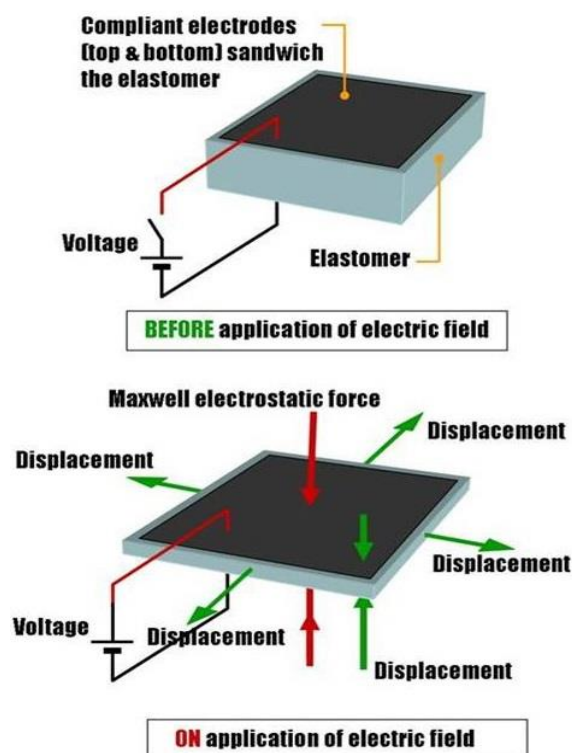


Figura 1. Funcionamento de um polímero eletroativo (Fonte: SCIENCE AMERICAN)

2.1 Iônicos

Funcionam com base em eletroquímica e podem ser na forma de gel, compostos ionoméricos de metal ou polímeros condutores. Estes EAPs necessitam de pequenas voltagens para serem estimulados, o que possibilita eles funcionarem ligados em pequenas pilhas.

Uma das suas desvantagens é que a resposta de aplicação de voltagem é demorada, devido ao tempo necessário de transito de íons de um lado para outro lado.

2.2 Eletrônicos

Estes funcionam estimulados por campos elétricos e possuem a vantagem de reagirem rapidamente ao estímulo, são capazes de gerar forças superiores aos EAPs

iônicos, requer um corrente praticamente nula para se manter em uma posição fixa e não necessitam revestimento o que simplifica sua construção.

A desvantagem é que necessitam altas voltagens para funcionarem o que acarreta em um maior cuidado no seu manuseio, pois o risco de choques elétricos é maior. Para obter mais efeito de compressão, é necessário esticar o filme polimérico até alguns micrometros da espessura. Assim o filme esticado poderá sofrer danos irreversíveis enquanto uma alta voltagem é aplicada.

Os músculos que pretendemos utilizar em nosso trabalho são os eletrônicos.

2.3 Produtos comerciais

Apesar de esta tecnologia ser relativamente nova já existe uma empresa japonesa que comercializa produtos feitos com EAPs, dentre sua gama de produtos estão peixes e dinossauros artificiais que possuem em seu interior um atuador de EAPs. Abaixo temos na Fig. 2 uma ilustração dos peixes em um aquário.



Figura 2. Peixes artificiais (Fonte: EAMEX Corp.)

3. DIMENSIONAMENTO DA PLATAFORMA DE ENSAIO

Para a espessura do filme atingir alguns micrometros, o filme deve ser tracionado bidimensionalmente, uma vez que se tracionar em apenas uma dimensão o polímero irá diminuir nas duas outras, e o que necessitamos é a diminuição apenas da espessura. Por isso se faz necessário o desenvolvimento de uma plataforma de ensaio biaxial especial para este fim.

Para o desenvolvimento da plataforma de ensaio procurou-se criar um projeto funcional, levando em consideração que ele deve ser de fácil fabricação e manutenção, ao mesmo tempo, nos forneça resultados precisos além controlar a quantidade e taxa de tração em precisão.

Escolhemos um sistema de movimentação com fusos acionados por motores de passo. Na plataforma foram colocados dois conjuntos de fuso, um na parte superior e outro na inferior, com isso cada um deles tem a função de tracionar o corpo de prova em uma direção.

A Fig. 3 mostra o esquema final escolhido para a plataforma.

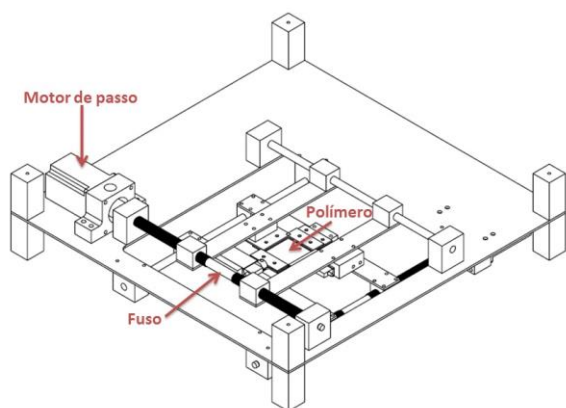


Figura 3. Ilustração da plataforma de ensaio

3.1 Desenho em software CAD.

Para fabricação das peças foi utilizado o software SolidWorks®. Nos desenhos foram especificadas cotas, tolerância,

acabamento superficial e tratamento térmico (se necessário), com intuito de eliminar erros de fabricação e problemas na hora da montagem das peças.

3.2 Determinação de torque do motor de passo necessário para realização de tracionamento de filme

Durante o desenvolvimento do projeto foi necessário realizar alguns cálculos, dentre eles está o do torque necessário para mover os fusos. Para isso, utilizamos o conhecimento adquirido na disciplina de elementos dos materiais. Segundo SHIGLEY et al. (2006), o valor do torque necessário é dado pela Eq. (1), onde Tr é o torque necessário para mover o fuso, F a força que o polímero fará sobre o fuso, dm o diâmetro médio da rosca, l o avanço da rosca, f o fator de atrito entre o fuso e a castanha e α o ângulo da rosca trapezoidal utilizada.

$$Tr = \frac{F \cdot dm}{2} \left(\frac{l \cdot \cos(\alpha) + \pi \cdot f \cdot dm}{\pi \cdot dm \cdot \cos(\alpha) - f \cdot l} \right) \quad (1)$$

Para começar os cálculos foi necessário saber o diâmetro médio da rosca e para isso utilizamos a Eq. (2), onde d é o diâmetro nominal da rosca e p o passo da rosca.

$$dm = d - \frac{p}{2} \quad (2)$$

Usando $F=20N$, $d=14mm$, $p=2mm$, $l=2mm$, $f=0,15$ e $\alpha=14,5^\circ$, chegamos ao resultado de $Tr=53,42 N \cdot mm$. Com este valor foi possível encomendar um motor de passo adequado para o projeto.

3.3 Montagem da plataforma

Após a fase de desenvolvimento ser concluída iniciamos a fase da fabricação e aquisição dos componentes. Com todos os componentes prontos começamos a

montagem e ajustes da plataforma. A plataforma pronta está mostrada na Fig. 4.

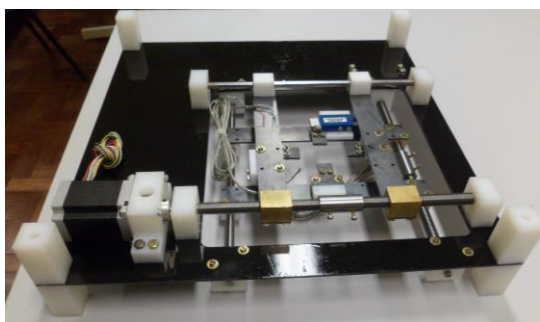


Figura 4. Plataforma montada

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O próximo passo é montar o controlador dos motores de passo para que possamos aciona-los através de um computador, para isso é necessário ligar a fonte e o drive de cada motor a um circuito o qual irá se conectar ao computador.

Também é necessário programar o software para que ele realize os ensaios desejados e nos retorne todos os dados obtidos através dos sensores instalados na plataforma.

Com a plataforma em pleno funcionamento teremos condições para começar a desenvolver nossas pesquisas na área de músculos artificiais.

A escolha do melhor polímero para a fabricação dos músculos artificiais será feita com base nos dados obtidos nos ensaios de tração da plataforma, assim saberemos como se comporta cada polímero em diferentes situações.

Quando tiver os protótipos dos músculos artificiais prontos poderemos realizar nosso próximo projeto, que será o desenvolvimento de uma mão artificial.

Agradecimentos

Agradecemos a Universidade Federal do Pampa e a FAPERGS pelo financiamento do projeto e uma bolsa de iniciação científica

respectivamente, e ao Prof. Me. Aldoni Gabriel Wiedenhöft pela fabricação de alguns componentes da plataforma.

REFERÊNCIAS

ASHLEY S. Músculos artificiais - Novos dispositivos geradores de movimento - atuadores, motores, geradores - baseados em polímeros que mudam de forma quando estimulados eletricamente estão perto de ser comercializados. Ed 18, nov 2003.

BAR-COHEN Y. Electroactive Polymer (EAP) Actuators as Artificial Muscles: Reality, Potential, and Challenges. SPIE Press Monograph, Vol. PM98; 2001.

SHIGLEY'S, Mechanical engineering design, McGraw-Hill Science Engineering Math; 8th Edition edition (2006).