cbecimat26
26° Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais
22 a 26 de novembro de 2026
Costão do Santinho
Florianópolis-SC

INFLUÊNCIA DO CONTRAÍON NO DESEMPENHO EM MALHA FECHADA DE ATUADORES IPMC À BASE DE NÁFION® UTILIZANDO REALIMENTAÇÃO POR VISÃO COMPUTACIONAL

Ariel G. Zuquello[1]; Matheus C. Saccardo[2]; Rafael Barbosa[2]; Guilherme Blanco[2]; Kaique A. Tozzi[3]; Roger Gonçalves[2]; Carlos H. Scuracchio[2]

1.Universidade do Estado de Santa Catarina; 2.Universidade Federal de São Carlos;
3. CY Cergy Paris Université

Introdução

Os Compósitos de Polímero Ionomérico e Metal (IPMCs) são materiais inteligentes promissores para a robótica flexível e músculos artificiais, graças às suas propriedades de leveza, flexibilidade e resposta a sinais elétricos. Seu desempenho depende da movimentação dos íons no interior da membrana polimérica, aspecto que varia conforme os diferentes contraíons utilizados. Embora pesquisas anteriores tenham analisado fatores como a umidade, o efeito do tipo de contraíon no desempenho do controle em malha fechada ainda não foi suficientemente estudado.

Objetivos

Examinar como diferentes contra-íons (Li+, H+, Na+ e K+) afetam o comportamento eletromecânico e o controle de atuadores IPMC à base de Náfion®. Os atuadores foram confeccionados com membranas Náfion® 117 e eletrodos de platina, sendo os íons originais posteriormente substituídos pelos íons selecionados.

Metodologia

O IPMC foi obtido utilizando o método de Oguro [1] e empregado como atuador mecânico.

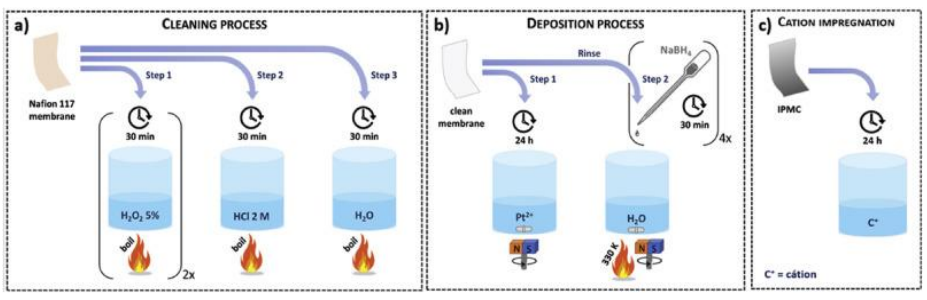


Figura 1. Método de Oguro [1]

Além disso, o atuador IPMC foi impregnado com diferentes cátions. Um sistema de controle do atuador foi desenvolvido no LabVIEW, juntamente com um sistema de controle de umidade; ambos criados pelo grupo de pesquisa, conforme já publicado em [2].

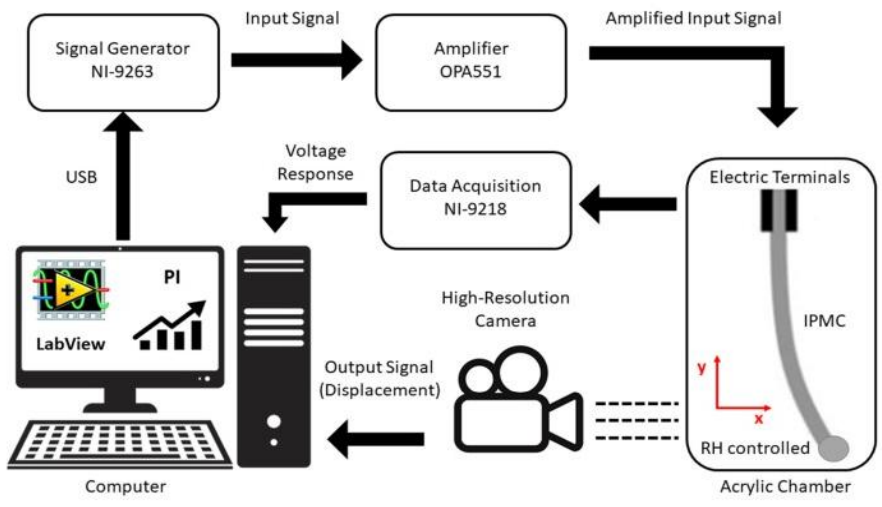


Figura 2. Sistema de Controle [3]

Resultados e Discussão

Os resultados demonstram que o tipo de contraíon afeta significativamente a resposta do atuador e o desempenho do sistema de controle. Os íons testados apresentaram diferenças nítidas em termos de amplitude máxima de movimento, velocidade de resposta e estabilidade. Tais diferenças decorrem da facilidade de movimentação dos íons e de sua interação com a água presente no polímero. Íons com maior mobilidade proporcionaram respostas mais rápidas do atuador, ao passo que íons maiores resultaram em menor amplitude de movimento e reações mais lentas. Parâmetros fundamentais de controle, como o tempo de estabilização e o erro em regime permanente, foram diretamente influenciados por esses fatores. Em suma, o tipo de contraíon exerce um impacto significativo no desempenho eletromecânico e de controle dos atuadores IPMC. O íon H+ proporcionou a melhor dinâmica e capacidade de rastreamento, o Li+ apresentou um comportamento mais estável [3], enquanto o Na+ e o K+ mostraram-se menos eficientes devido à menor mobilidade iônica.

Conclusões

Essas descobertas demonstram a importância de escolher o contraíon adequado para otimizar sistemas IPMC e destacam a relação entre estrutura, propriedades e controle.

Referências

[1] K. Oguro, H. Takenaka, and Y. Kawami, Actuator element US Patent 5,268,082, 1993.
[2] M. Saccardo et al. 2020. Materials Chemistry and Physics, 2020, 244. doi.org/10.1016/j.matchemphys.2020.122674.
[3] A. G. Zuquello et al. Materials Research, 2022, 25. doi.org/10.1590/1980-5373-MR-2021-0518.

Agradecimentos

Este estudo foi financiado em parte pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Código Financeiro 001. À CAPES pelo processo de bolsas nº 88887.501393/2020-00, CAPES/DINTER - processo nº 23038.021524/2016-88.