



OTIMIZAÇÃO DA SÍNTESE DO PROJETO DE ATUADORES MEMS BASEADOS EM DEFORMAÇÃO ELÁSTICA E ESTRUTURA COMB-DRIVE.¹

Manuel Martín Pérez Reimbold², Gideon Villar Leandro³, Wang Chong⁴, Renato Perez Ribas⁵. UNIJUI

INTRODUÇÃO: MEMS (Micro-Electro-Mechanical Systems) é um microssistema invasivo, intermediador e interativo que se desenvolve de forma inteligente, versátil e eficiente. Entretanto, a interatividade, característica que o torna altamente atrativo e suas qualidades de leveza, invisibilidade, economia quanto a consumo de energia, robustez e alta confiabilidade são foco de investigação. Através da obtenção dos parâmetros característicos muitos desses aspectos podem ser otimizados. Os parâmetros característicos de MEMS podem ser extraídos através de simuladores, ou identificados através da manipulação dos dados dos sinais de entrada e saída obtidos na execução de testes modais sobre o protótipo. Quando a identificação é determinística, utiliza sinais de excitação que obedecem a uma boa relação sinal-ruído (SNR-Signal-Noise Rate). Quando a identificação é estocástica utiliza sinais de excitação misturados com ruído. Essas duas formas de identificação podem ser interpretadas como os dois extremos de identificação. A rigor, qualquer procedimento que não esteja em nenhum desses extremos pode ser denominado de identificação “caixa-cinza”. Dessa forma, a proposta deste trabalho investigativo consiste em utilizar a identificação “caixa cinza” para obter os parâmetros característicos dos atuadores eletromecânicos MEMS combinando as vantagens dos procedimentos determinísticos e estocásticos. **MATERIAL E MÉTODOS:** Sob este propósito, foi feita revisão das propriedades da matéria, conceituação de atuadores, compreensão da visão bottom-up e, finalmente, o estudo de modelos estocásticos com entradas exógenas ARX (Autoregressive with Exogenous Inputs) e o uso de estimadores recursivos, Mínimos Quadrado e Variável Instrumental. **RESULTADOS:** A comparação dos resultados do modelo determinístico produzido através de FEM/BEM permitiu testar o desempenho entre dois modelos de índoles diferentes. Os resultados obtidos após a coleta de dados, a escolha da representação matemática, a determinação da estrutura do modelo, a estimação dos parâmetros e a validação do modelo das três tipologias de atuadores desenvolvidos: pontes simples, ponte dupla e dobradiça dupla permitiram identificar os parâmetros característicos com erro quadrático médio menor a 1% e validar esses parâmetros num período não maior a 0,5s. **CONCLUSÕES:** Como os resultados se mostram altamente satisfatórios, torna este trabalho uma contribuição científica à síntese de MEMS em nível de sistemas. Os estimadores recursivos RLS e RIV apresentam elevada probabilidade de contribuição na diminuição do custo e aumento da qualidade dos MEMS. A redução no custo é evidente, pois a demora na identificação dos parâmetros corresponde, aproximadamente, no melhor dos casos a 0,3s e no pior a 0,5s. O modelo estocástico quando comparado com o modelo determinístico permite obter um erro quadrático médio menor que $0,5 \times 10^{-6} \%$ para ambos os estimadores recursivos RLS e RIV. Os estimadores RLS e RIV satisfazem a interação com as minúsculas dimensões dos MEMS, tornando-se identificadores não invasivos para a determinação dos parâmetros característicos desses. Cabe salientar, também, que o modelo ARX e os estimadores RLS e RIV não são inovadores; porém a forma como é



conduzido este estudo investigativo é inédita, uma vez que permite validar os resultados de projeto a partir de qualquer ferramenta computacional (CAD). O autor agradece ao CNPq pela bolsa de doutorado obtida.

¹ Tese de Doutorado

² Professor Doutor do Curso de Engenharia Elétrica da UNIJUI

³ Professor Doutor do Curso de Engenharia da Universidade Federal do Paraná

⁴ Professor Doutor do Curso de Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Pampa

⁵ Professor Doutor do Curso Ciências da Computação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul