



ANÁLISE DO COMPORTAMENTO DINÂMICO NÃO LINEAR EM PISOS INTELIGENTES PARA CAPTAÇÃO DE ENERGIA

Steffani Braga de Mattos¹
Jorge Luis Palacios Felix²

A crescente demanda por energia, aliada à necessidade de mitigação dos impactos ambientais, tem impulsionado o desenvolvimento de tecnologias sustentáveis para geração distribuída em micro e pequena escala. Nesse contexto, dispositivos piezoelétricos destacam-se pela capacidade de converter energia mecânica, proveniente de vibrações estruturais, em energia elétrica, sendo particularmente promissores para aplicações em ambientes urbanos, como pisos inteligentes, estruturas civis e sistemas autônomos de monitoramento. Os pisos inteligentes consistem em sistemas capazes de aproveitar a energia gerada pelo tráfego de pessoas ou veículos, transformando esforços mecânicos, como passos e vibrações, em energia elétrica utilizável. Essa tecnologia apresenta grande potencial em locais de alta circulação, como centros urbanos, estações e edifícios públicos, contribuindo para a eficiência energética e sustentabilidade. Este trabalho propõe a modelagem matemática e o desenvolvimento computacional de um sistema não linear de colheita de energia baseado em vigas flexíveis acopladas, com ênfase na análise de seu comportamento dinâmico sob excitações não ideais com frequência variável no tempo. A abordagem explora o fenômeno de ressonância interna, obtido por meio do acoplamento entre duas vigas em balanço dispostas ortogonalmente e acopladas por interação magnética, com o objetivo de maximizar a transferência de energia vibracional para o transdutor piezoelétrico. Diferentemente das abordagens tradicionais, baseadas em excitações harmônicas de frequência constante e modelos lineares, o sistema proposto incorpora não linearidades geométricas e magnéticas, permitindo a ocorrência de ressonância interna na razão 2:1. A excitação é modelada como uma fonte não ideal, representada por um motor rotativo cuja frequência varia ao longo do tempo e interage com a resposta dinâmica do sistema, caracterizando um acoplamento eletromecânico não trivial. Como contribuição metodológica, foi desenvolvido um conjunto estruturado de rotinas computacionais no ambiente Scilab para a simulação numérica do sistema, integrando parâmetros físicos realistas e dados experimentais. Durante a passagem pela região de ressonância, as análises das séries temporais e das respostas em frequência evidenciam a ocorrência de transferência eficiente de energia entre os modos vibratórios, característica típica de regimes de ressonância interna. Os resultados mostram que esse mecanismo promove amplificação significativa da resposta na viga acoplada ao transdutor piezoelétrico, resultando em aumento expressivo da tensão elétrica gerada. Observa-se ainda que, na região de passagem pela ressonância externa, ocorre redistribuição de energia entre as vigas, evidenciando o

¹ Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária, UFFS, campus Cerro Largo, bolsa de iniciação científica da FAPERGS, e-mail: Steffanibraga7@gmail.com.

² Dr. em Engenharia Mecânica (UNICAMP), Docente PPGATS-UFFS, *campus Cerro Largo*, (jorge.felix@uffs.edu.br)



acoplamento modal não linear e reforçando o papel das não linearidades na ampliação da banda de operação do sistema. De modo geral, os resultados demonstram que a combinação entre não linearidade, ressonância interna e excitação não ideal constitui uma estratégia robusta para otimização de sistemas de colheita de energia vibracional. Essa abordagem amplia o potencial de aplicação em cenários reais, especialmente no desenvolvimento de pisos inteligentes e dispositivos autônomos energeticamente sustentáveis.

Palavras-chave: Piezoelétricos, vibrações, viga cantilever, ressonância interna.

Categoria: Engenharias.