

Dinâmica de vigas piezoelétricas com efeito magnético e termo de atraso no tempo

Jamille L. L. Almeida¹

UFPA, Salinópolis, PA

Mirelson M. Freitas²

FAMAT/UFPA, Salinópolis, PA

Anderson J. A. Ramos³

FAMAT/UFPA, Salinópolis, PA

Manoel J. Dos Santos⁴

FAMAT/UFPA, Abaetetuba, PA

A piezoelectricidade é um fenômeno natural que foi descoberta pelos irmãos Pierre e Jacques Curie na França, em 1880, por meio da manifestação eletromecânica em cristais. O efeito piezoelétrico configura a indução de uma carga elétrica em resposta à uma tensão mecânica aplicada [6]. Com isso, ocorre a conversão de energia elétrica para mecânica e vice versa. Dessa forma, os materiais piezoelétricos possuem ampla aplicação no segmento energético industrial.

O efeito magnético, presente no fenômeno devido à variação do campo elétrico, como previsto nas equações de Maxwell. O efeito piezoelétrico foi considerado pela primeira vez nas equações diferenciais e de contorno no trabalho de Morris e Ozer [3]. Como resultado, obtiveram que para todos os parâmetros das vigas piezoelétricas não há estabilização no espaço da energia e que a estabilidade ocorre em quase todos os parâmetros do sistema.

Utilizando o sistema anterior e inserindo um fator de amortecimento do tipo atrito nas equações diferenciais, foi provado que ele é suficiente para estabilizar exponencialmente a energia total do sistema sem qualquer relação entre os parâmetros físicos, utilizando o método da energia. A propriedade do decaimento da energia é preservada para a energia numérica [4]. Ocorre o mesmo comportamento quando os termos de amortecimento são inseridos nas equações de fronteira do sistema de vigas piezoelétricas com efeito magnético, presente no trabalho de Ramos et al [5]. Foi demonstrado que há uma equivalência entre estabilidade exponencial e observabilidade na fronteira.

Apesar das vigas piezoelétricas terem sido estudadas em diversos contextos, ainda não tinha sido considerado na literatura a presença de termos não-lineares e termo de atraso no tempo nas equações que modelam o sistema. Desta forma, este trabalho possui o objetivo de estudar o comportamento dinâmico das vigas piezoelétricas com a presença de efeito magnético, atraso temporal, termos de fonte não-lineares f_1 , f_2 , forças externas h_1 , h_2 e investigar a existência de atratores globais compactos e suas propriedades para o sistema dinâmico associado.

Para estudar o sistema, introduzimos uma mudança de variável e reescrevemos o sistema original como um problema de Cauchy abstrato no espaço de fase de energia finita. Em seguida aplicamos a teoria de semigrupo e operadores monótono e maximais para obter a boa colocação do problema.

¹jamille.almeida@salinopolis.ufpa.br.

²mirelson@ufpa.br.

³ramos@ufpa.br.

⁴jeremias@ufpa.br.

Desta forma, podemos definir o operador solução denotado por $S(t)$ e analisar suas propriedades assintóticas (isto é, quanto $t \rightarrow +\infty$). Usando a recente teoria de quase-estabilidade proposta por Chueshov e Lasieka [1], provamos que o sistema dinâmico $S(t)$ possui um atrator global compacto regular com dimensão fractal finita que é caracterizado pela variedade instável do conjunto de seus pontos estacionários. Além disso, provamos a existência de atratores exponenciais generalizados em espaços menos regulares o espaço dos dados iniciais do problema.

Finalizamos ressaltando que o presente trabalho é o resultado da pesquisa de iniciação científica, e que esta gerou um artigo intitulado “Dynamics of piezoelectric beams with magnetic effects and delay term” feito em colaboração com M. M. Freitas, A. J. A. Ramos e M. J. Dos Santos, o qual está publicado na revista “Evolution Equations and Control Theory” (Veja [2]).

Agradecimentos

À Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação (PROPESP) pelo apoio financeiro, ao Dr. Mirlson Martins Freitas pela orientação e aos Drs. Anderson de Jesus A. Ramos e Manoel J. Dos Santos pela colaboração no trabalho.

Referências

- [1] Chueshov, I. and Lasiecka, I. *Von Karman Evolution Equations. Well-posedness and Long Time Dynamics*, Springer Monographs in Mathematics, New York, 2010.
- [2] Freitas, M. M., Ramos, A. J. A., Dos Santos, M. J. and Almeida, J. L. L. Dynamics of piezoelectric beams with magnetic effects and delay term, *Evolution Equations and Control Theory*, 52 (2018), pages 255–274.
- [3] Morris K. and Ozer, A. O. *Strong stabilization of piezoelectric beams with magnetic effects*. 52nd IEEE Conference on Decision and Control, IEEE, 2013.
- [4] Ramos, A. J. A., Gonçalves, C. S. L. and Neto, S. S. C. Exponential stability and numerical treatment for piezoelectric beams with magnetic effect, *ESAIM: Mathematical Modelling and Numerical Analysis*, 52 (2018), pages 255–274.
- [5] Ramos, A. J. A., Freitas, M. F., Almeida, D. S., Jesus, S. S. and Moura, T. R. S. Dynamics of wave equations with moving boundary, *Z. Angew. Math. Phys.* 70 (2) (2019).
- [6] Soin N, Anand S.C., Shah, T.H. *Technical Textile Processes*. Second edition, Elsevier/WP, Woodhead Publishing, volume 2, chapter 12, pages 357-396, 2016.