

Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics

Determinação de Caos em um Sinal Acústico

Roberto Outa ¹

Faculdade de Tecnologia de Araçatuba - FATEC, Araçatuba, SP.

Fábio Roberto Chavarette ²

Aparecido Carlos Gonçalves ³

Igor Feliciani Merizio ⁴

Luiz Gustavo Pereira Roéfero ⁵

UNESP - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Avenida Brasil, 56, 15385-000, Ilha Solteira-SP .

1 Introdução

A sociedade moderna é composta de ruídos e sons dos mais diversos tipos, e quando incômodos ao ser humano, dificilmente são trabalhados como um projeto acústico. Uma das possibilidades de solução desses incômodos é determinado pelo enclausuramento e atenuação sonora. Portanto, um projeto acústico que envolva um ruído qualquer deve ser investigado e, posteriormente, tratado de forma individual assim, o objetivo deste trabalho é investigar o comportamento da onda estacionária coletada através de uma bancada experimental e determinar um critério de estabilidade nas diferentes frequências, utilizando a análise dos expoentes de Lyapunov para uma série temporal.

A metodologia experimental introduz o conceito acústico de reflexão em dois meios, em um experimento baseado na norma ISO10534-1 (1996), para se obter uma onda estacionária unidirecional de diferentes frequências, em que o sinal captado é analisado na condição não linear. Nesta análise foi aplicado o método desenvolvido por Rosenstein [3] que utiliza por definição o maior expoente de Lyapunov através de uma serie temporal experimental em que aproveita de todos os dados disponíveis. O método proposto utiliza a dimensão de incorporação, tamanho do conjunto de dados, atraso de reconstrução e nível de ruído, podendo calcular simultaneamente a dimensão de correlação, o que produzirá uma estimativa do nível do caos e da complexidade do sistema. No sistema experimental proposto o maior expoente de Lyapunov calculado foi $\lambda = 0.2$ caracterizando o comportamento caótico conforme ilustra a Figura 1.

Na engenharia a palavra acústica está relacionada a geração, transmissão e recepção de energia vibracionais da matéria [1]. Os sons e ruídos são gerados por uma determinada

¹roberto.outa@gmail.com

²fabio.chavarette@unesp.br

³aparecido.carlos@unesp.br

⁴igorfeliciani@gmail.com

⁵luiz.roefero@unesp.br

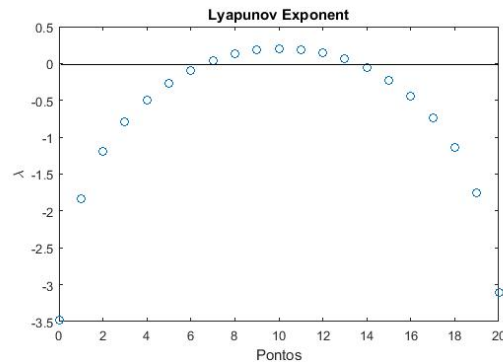


Figura 1: Evolução dos Expoentes de Lyapunov para a Experimento

fonte sonora ou pela vibração de algum material qualquer, cuja pressão sonora permite que este se propague, em um determinado meio fluídico, através da transferência de energia entre os choques sucessivos das moléculas, resultando na variação de densidade [1] [2]. A onda acústica captada neste experimento causa incômodos ao ser humano devido a geração, transmissão e recepção de energia vibracionais sendo caracterizada pelo expoente de Lyapunov de maior valor positivo.

2 Conclusões

Os resultados obtidos e categorizados pelo expoente de Lyapunov demonstram que o sistema dinâmico não linear teve resultado positivo e considerado instável caótico. Neste aspecto, o método desenvolvido e aplicado pode ser utilizado para explicar possíveis erros sistemáticos em experimentações futuras de variações de fluxo acústico de diferentes meios.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Fapesp (Proc.No.2018/16447-8), e aos Laboratórios LAPO, SISPLEXOS, Biocombustíveis FATEC.

Referências

- [1] L. E. Kinsler, A. R. Frey and A. B. Coppens *Fundamentals of acoustics. 4. ed. Hoboken: John Wiley & Sons. John Wiley & Sons, 2000. 548 p.*
- [2] M.J.Crocker. *Handbook of noise and vibration control.*Hoboken: John Wiley & Sons, 2007. 1569 p.
- [3] M. T. Rosenstein, J. J. Collins and C. J. De Luca. A practical method for calculating largest Lyapunov exponents from small data sets. *Physica D: Nonlinear Phenomena*, (65)1-2, 117-134, 1993.