

MINIMIZAÇÃO DE RUÍDO EM VÁLVULAS DE DESCARGA DE COMPRESSORES HERMÉTICOS POR CONSEQUÊNCIA DE ESCOAMENTOS TURBULENTOS

Andrissa Righi Seixas, andrissa.rs@gmail.com

Universidade Federal de Santa Maria

Rua Cinco de Março, n° 597, apto 206 - Camobi, Santa Maria/RS - CEP: 97105-300

RESUMO: Compressores herméticos alternativos são utilizados na maioria dos sistemas de refrigeração presentes em nosso cotidiano e apresentam como um importante critério de excelência o baixo nível de som irradiado. Neste contexto, objetiva-se promover a otimização desses compressores em relação ao ruído irradiado através do aperfeiçoamento da válvula de descarga. Desta forma, o presente trabalho aborda o desenvolvimento de um modelo dinâmico temporal com seção transversal variável da válvula palheta, a partir do Método das Diferenças Finitas e Método dos Elementos Finitos, que posteriormente embasará uma análise fluido-estrutural do sistema.

PALAVRAS-CHAVE: válvula palheta, modelo dinâmico temporal

ABSTRACT: *Alternative hermetic compressors are used in most refrigeration systems present in our daily life and present as an important criterion of excellence the low level of sound radiated. In this context, the objective is to promote the optimization of these compressors over the radiated noise by improving the discharge valve. Thus, this paper addresses the development of a dynamic model with time varying cross section of the valve reed, from the Finite Difference Method and Finite Element Method, which later form the basis for an analysis of fluid-structural system.*

KEYWORDS: *reed valve, temporal dynamic model*

INTRODUÇÃO

O som desempenha papel largamente importante na vida; da mesma forma, o ruído ambiente constitui problema que afeta milhões de pessoas. Com o crescente surgimento de novos equipamentos e a conseqüente elevação dos níveis de pressão sonora, cada vez mais surgem políticas severas quanto à exposição do homem ao ruído.

Dessa forma, equipamentos presentes em grande parte das habitações e ambientes de trabalho do país têm sido constantemente aprimorados no que se refere à minimização de ruído irradiado. É o caso dos compressores herméticos alternativos que ocupam papel de destaque nos sistemas de refrigeração (geladeiras, freezers, condicionadores de ar, etc) e que têm dentre os principais parâmetros que lhe agregam valor, baixo ruído irradiado.

Segundo Silva *et al.* (2004), uma das principais fontes de ruído presente nestes compressores é a válvula de descarga, também conhecida como válvula palheta, objeto de estudo deste trabalho. Acredita-se que a causa do ruído global nestas válvulas se dê por dois fatores: a transferência de energia cinética do escoamento instável para o campo acústico; e a indução da oscilação da palheta em altas frequências, devido a sua interação com o escoamento em regime turbulento.

O objetivo geral do estudo é criar um modelo temporal dinâmico da válvula de descarga, de modo que se possa compreender e prever os mecanismos de geração de ruído por este componente. Dessa forma, é de extrema

importância que se conheça as características do escoamento e a sua interação com as partes estruturais da válvula (palheta, orifício de descarga).

Os modelos computacionais que suportam a interação fluido-estrutural na investigação de fontes acústicas, como os necessários para a captura do comportamento dinâmico da válvula, têm sido amplamente aperfeiçoados na última década. Do ponto de vista estrutural, um importante avanço tem sido a transição do uso de componentes discretos das partes estruturais para modelos contínuos mais realistas baseados, em geral, no método dos elementos finitos, como apresentado por Alipour *et al.* (2000) e Thomson *et al.* (2005).

Essas abordagens foram utilizadas no desenvolvimento de novas patentes de válvulas do tipo palheta, recentemente Lee (2004) e Ribas Jr *et al.* (2009). No entanto, apesar de tais avanços e da contribuição para o entendimento de diversos fenômenos de geração sonora, a maioria dos modelos atuais não são inteiramente adequados para representação dos principais mecanismos de geração de ruído em válvulas de descarga de compressores herméticos. Por isso, para que os objetivos finais deste trabalho sejam atingidos, é necessário adaptar os atuais modelos computacionais. Assim, em primeira instância, este trabalho aborda o desenvolvimento de um modelo dinâmico temporal da válvula palheta com seção transversal variável resolvido a partir do Método das Diferenças Finita, que servirá de base para uma análise posterior do sistema fluido-estrutural, conforme Silva *et al.* (2007) e Silva (2009).

METODOLOGIA

Um modelo de válvula palheta com seção transversal variável, como ilustra a Fig. 1 é descrito pela Eq. (1). Por motivos de economia computacional, a Eq. (1) é resolvida pelo Método das Diferenças Finita (MDF) como proposto por van Walstijn.

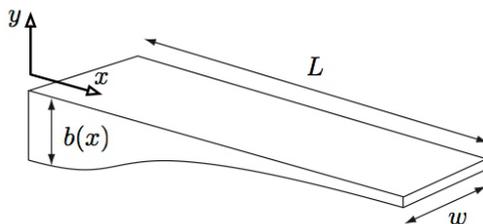


Figura 1: Modelo de válvula de descarga do tipo palheta com seção transversal variável.

$$\rho_r A(x) \frac{\delta^2 y}{\delta t^2}(x, t) + \frac{\delta^2}{\delta x^2} \left[Y I(x) \left(1 + \eta \frac{\delta}{\delta t} \right) \frac{\delta^2 y}{\delta x^2}(x, t) \right] = F(x, t) \quad (1)$$

A validação do modelo em MDF é conduzida pela comparação dos seus resultados com a os resultados obtidos por um modelo semelhante, construído a partir do Método dos Elementos Finitos, utilizando o pacote comercial ANSYS.

Ambos os métodos se valem da aproximação da solução de problemas de valores de fronteira, através da subdivisão da geometria do problema em elementos menores; entretanto, o MEF apresenta um modelo representado no domínio da frequência, enquanto que no MDF o modelo é representado no domínio do tempo.

Portanto, afim de comparar os resultados entre os dois modelos, as soluções obtidas através do MDF são representadas no domínio da frequência através da Transformada Rápida de Fourier.

CONCLUSÃO

Através do modelo foi possível acessar parâmetros numéricos importantes como duração do incremento temporal e discretização espacial da palheta. O modelo construído foi então comparado com os resultados obtidos através do software comercial ANSYS, baseado no Método dos Elementos Finitos (MEF).

A comparação entre os resultados mostrou que o comportamento do modelo em MDF é muito semelhante ao modelo em MEF. Tal concordância entre os resultados numéricos, indicam que o modelo em MDF pode ser uma boa alternativa na modelagem de válvulas passivas no domínio do tempo. Esta alternativa é especialmente atraente pelo fato do modelo em MDF utilizar apenas um décimo de memória necessária para simular o mesmo modelo construído em MEF.

Posteriormente, a partir dos resultados encontrados, será

feito um estudo do comportamento geral do sistema, com características do escoamento e a sua interação com os demais componentes da válvula através de uma análise fluido-estrutural, produzida pelo software ANSYS. Esta análise é feita no domínio do tempo, vantagem apresentada pelo MDF, que permite conhecer o comportamento da palheta no escoamento a cada instante.

REFERÊNCIAS

- Alipour, F., Berry, A. D. and Titze, I. R., 2000. "A finite-element model of vocal-fold vibration", J. Acoust. Soc. Am. 108, 2003–3012.
- Lee, Sung-tae, 2004. Patente no. 6712591: Discharge valve of a hermetic compressor using stopper and weight driven disc valve, URL <http://www.freepatentsonline.com/6712591.html>.
- Ribas Jr., F., Moreira, E., Deschamps, J. C. and Pereira, E., 2009. Patente no. 135281: Discharge valve arrangement for a hermetic compressor, URL <http://www.freepatentsonline.com/6712591.html>.
- Silva, A.R.d., A. Lenzi, and E. Baars, 2004. Controlling the Noise Radiation of Hermetic Compressors by Means of Minimization of Power Flow Through Discharge Pipes Using Genetic Algorithms. in Seventeenth International Compressor Engineering Conference. Pardue, USA.
- Silva, A. R. d., Scavone, G. and Walstijn, M. van, 2007. "Numerical simulations of fluid structure interactions in single-reed mouthpieces", J. Acoust. Soc. Am. 122, 1798–1810.
- Silva, A. R. d., 2009. "Sound reflection at the open end of axisymmetric ducts issuing a subsonic mean flow: A numerical study," Journal of Sound and Vibration 327, 507-528.
- Thomson, S. T., Mongeau L. and Frankel, S. H., 2005. "Aerodynamic transfer of energy to the vocal folds", J. Acoust. Soc. Am. 118, 1689–1700.

DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE

Eu, AndriSSa Righi Seixas, declaro-me responsável pelo material impresso contido neste artigo.