

MODELAGEM DE UM SISTEMA DE VÁCUO UTILIZADO NA PRODUÇÃO DE CIRCUITOS DE REFRIGERAÇÃO

Gabriel Geidson Johanson de Sousa^{1*}, Francisco Tadeu Degasperri^{1,2**}

¹Faculdade de Tecnologia de São Paulo – FATEC-SP – CEETEPS – São Paulo – SP

²Programa de Pós-Graduação Gestão e Tecnologia em Sistemas Produtivos – CEETEPS – São Paulo – SP

1. Introdução

O presente trabalho apresenta uma modelagem utilizando os programas MAPLE™ e Mathcad™ para a realização de vácuo em um circuito de refrigeração. Este circuito, na etapa de evacuação para a introdução do fluido refrigerante, comporta-se como um sistema complexo de vácuo, sendo que o volume do compressor representa uma câmara de vácuo enquanto o condensador representa outra câmara de vácuo sendo que elas estão interligadas entre si por uma condutância. A modelagem foi desenvolvida com rigor físico e matemático descrevendo o sistema de vácuo na região de pré vácuo (região a qual o sistema é submetido na própria indústria) e a influência das condutâncias. A descrição matemática do circuito resulta em um sistema de equações diferenciais ordinárias acopladas não lineares, o qual deve ser resolvido por meio de métodos numéricos.

2. Modelagem

O modelo considera que o gás a ser bombeado das duas câmaras de vácuo tem comportamento de gás ideal, obedecendo a equação de estado ($p \cdot V = n \cdot R \cdot T$), dessa maneira podemos nos utilizar da equação fundamental para o processo de bombeamento em vácuo ($V_{cv} \cdot \frac{d}{dt} p_{cv}(t) = -S_{ef} \cdot p_{cv}(t) + C3 \cdot (p_{cv2}(t) - p_{cv1}(t)) + Q_{res1}$). O sistema geralmente é evacuado até a pressão de 10-1 mbar, consideramos assim um sistema de pré-vácuo, com os gases escoando no regime viscoso e no regime de Knudsen (intermediário). Por esse motivo a bomba de vácuo adotada é a mecânica de palhetas (por apresentar velocidade de bombeamento constante na região de pré-vácuo). O medidor de vácuo utilizado nos experimentos foi o manômetro de membrana capacitiva, por seu baixo erro atribuído (inferior a 0,5%) [1].

3. Resultados e Discussão

A modelagem foi realizada em duas etapas, uma considerando as velocidades efetivas de bombeamento nas câmaras como constantes, realizada no Matchcad™ e outra a partir de parâmetros primários em MAPLE, considerando essencialmente todos os parâmetros geométricos e velocidade de bombeamento catalogada (verificada também experimentalmente). A partir da modelagem em Mathcad™ foi feita uma comparação com dados experimentais em um caso especial, considerando o volume de uma das câmaras igual a zero, desta maneira a resolução analítica de um sistema comum de vácuo deveria ser coincidente ao resultado numérico obtido pelo software. Não só obtivemos um resultado muito aderente como seu reflexo com os dados práticos mostraram a eficiência dessa modelagem. Ainda, obtivemos resultados muito satisfatórios do próprio modelo complexo (realizado em MAPLE), cuja convergência apresenta-se também coerente à teoria de estudo desses sistemas.

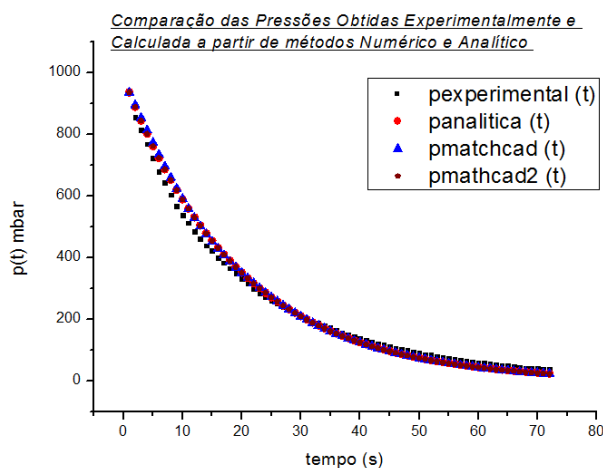


Fig. 1. Comparação dos dados experimentais com os modelados para o caso especial.

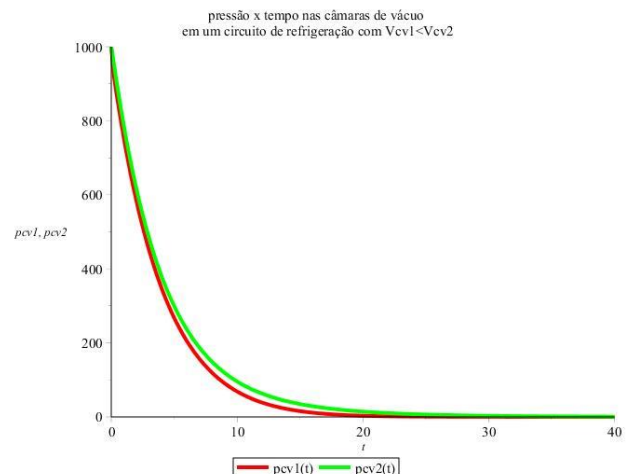


Fig. 2. Convergência do sistema complexo com parâmetros de um circuito de refrigeração.

4. Referência

[1] - F.T. Degasperri, **Modelagem e Análise Detalhada de Sistemas Complexos de Vácuo**. Laboratório de Tecnologia do Vácuo – LTV. FATEC-SP. São Paulo – SP. 2014.