

PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS AUXILIADOS COM MODELAGEM FÍSICO-MATEMÁTICA NA DETECÇÃO DE VAZAMENTO EM SISTEMA DE VÁCUO

Hernandes Miranda Alves
Fatec São Paulo - hernandes.alves.fatec.sp.gov.br

Francisco Tadeu Degasperi
Fatec São Paulo - ftd@fatecsp.com

Introdução

A detecção de vazamentos é uma parte crucial da tecnologia do vácuo, possuindo amplas aplicações em indústrias e pesquisas que necessitam estarem em vácuo para garantir a qualidade de seus processos, como também é importante em sistemas de altas-pressões, onde os vazamentos podem contaminar o ambiente ao redor com substâncias nocivas. Além disso, a crescente demanda por inovações tecnológicas proporciona a tecnologia do vácuo se aperfeiçoar e buscar padrões mais precisos.

Desta forma, se faz necessária a criação de novos métodos e meios de validação para a detecção de vazamentos. Com isso, buscamos em nosso projeto a calibração de medidores de vazamento com precisão na ordem de $(10^{-5}$ a 10^{-6}) mbar·L/s, baseando este trabalho fortemente na teoria e na utilização de diversos métodos matemáticos para a determinação das curvas experimentais, realizados no Laboratório de Tecnologia do Vácuo – LTV da FATEC-SP.

2. Metodologia e Materiais

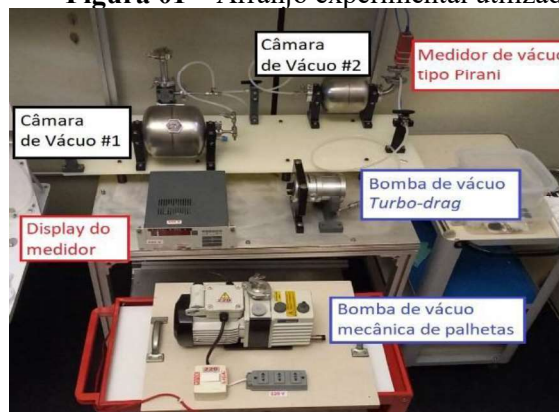
Por meio da teoria da tecnologia do vácuo, modelara-se o *throughput* (Q) de um capilar da *Leybold TL-4*, que por meio do efeito de bloqueio, gera um vazamento contínuo no sistema de vácuo, este pré-determinado pelo fabricante. Analisando a pressão em duas câmaras e com o capilar *TL-4* entre elas, haverá uma diferença de pressão que aumentará com o tempo. Desta forma, plota-se um gráfico da pressão no domínio do tempo. Como o *throughput* (Q) é determinado pelo fabricante, conseguirá calcular a condutância (C) pela seguinte relação (1)

$$C = \frac{Q}{\Delta p} \quad (1)$$

Inicialmente, determinara-se o *throughput* (Q) apenas para o gás hélio (He), porém se calibrara o *TL-4* para diversos outros gases, como N₂ e CO₂, e o programa *Scilab* será utilizado para realizar a modelagem matemática do sistema. A montagem foi feita com 2 câmaras de vácuo (à esquerda câmara de vácuo #1 e à direita câmara de vácuo #2), representadas na Figura 1. Os tubos de poliestireno foram escolhidos para dar conexões mais flexíveis, tendo assim mais liberdade para

alterações no arranjo. Foram usadas duas bombas de vácuo para este arranjo experimental, sendo uma a bomba mecânica de palhetas e outra bomba *turbo-drag*.

Figura 01 – Arranjo experimental utilizado



Fonte: Alves, H, M. e Silva, T, R, B. (2023) [1].

Os suportes foram feitos de ácido polilático (PLA), manufaturados com impressão 3D aditiva realizada na LTV. Todos os modelos foram modelados no programa Autodesk Inventor, um programa CAD para modelagens 3D. Foi preciso modelar uma adaptação para o TL-4, demonstrado na Figura 3, assim poderemos realizar uma conexão com tubos de poliestireno diretamente na entrada do TL-4, Figura 4, facilitando as conexões necessárias para seu funcionamento. A peça será feita em aço inoxidável (linha 300), já que suas características são muito boas para sistemas de vácuo, como em geral não magnético, a usinagem e soldagem atingem um acabamento ótimo, pode ser polido e pode atingir alto grau de limpeza. Resistente mecanicamente. Não oxida deixando o sistema mais limpo e condicionado, pode atingir baixa taxa de desgaseificação específica. Tornando esse material muito utilizado em sistemas de vácuo.

Figura 03 – Protótipo do adaptador para o TL-4.



Fonte: Alves, H, M. e Silva, T, R, B. (2023).

Figura 04 – Capilar TI-4.

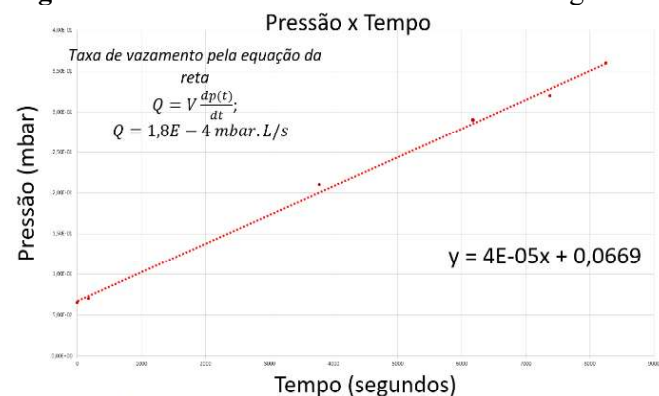


Fonte: Alves, H, M. e Silva, T, R, B. (2023).

3. Resultados e Discussões

Utilizando o método de acúmulo de gás, o qual desliga-se o sistema de bombeamento e se espera a pressão do sistema aumentar por um grande período, é possível calcular a taxa de vazamento intrínseca do sistema^[2] e testar o método mais simples de detecção de vazamento, como mostrado no gráfico obtido plotando a pressão no domínio do tempo representado na Figura 4. Analisa-se que há linearidade, o que permite calcular o coeficiente linear da reta e assim consiga calcular o vazamento real do nosso sistema de vácuo.

Figura 04 – Gráfico do método de acúmulo de gás.



Fonte: Alves, H, M. e Silva, T, R, B. (2023).

4. Conclusões

Com o arranjo atual, é possível atingir uma taxa de transferência de gases na ordem de $1,8 \times 10^{-4}$ mbar·L/s, este valor é satisfatório para se prosseguir o desenvolvimento da metodologia. Pretende-se utilizar um espectrômetro de massa especializado em detecção de hélio para a próxima etapa do projeto, testando novos métodos de detecção de vazamento disponíveis no mercado da tecnologia de vácuo. Com este trabalho pode-se alcançar um padrão confiável de vazamento para a calibração de detectores de vazamento.

5. Referências

- [1] Pfeiffer, The Vacuum Technology Book, Pfeiffer Vacuum GmbH, 2018.
- [2] A. Roth, Vacuum Technology, 3rd ed., Elsevier Science, 1990.

Agradecimentos

À instituição CNPq pela bolsa de iniciação científica PIBIC