

VÁLVULA EM ÂNGULO RETO DE BAIXO CUSTO PARA SISTEMAS DE VÁCUO

R.R. Lima*; A.A. Malafronte; J. Takahashi; L. Portante; J.C. de Souza; M.N. Martins
Laboratório do Acelerador Linear - Instituto de Física da USP
C.P.: 66318, CEP: 05315-970 – São Paulo - SP

Recebido: 26 de julho, 2005; Revisado: 11 de abril, 2006

Palavras-chave: válvula, ângulo reto, vácuo.

RESUMO

Este trabalho descreve uma válvula em ângulo reto para utilização em sistemas de alto e ultra-alto vácuo. A válvula é utilizada para permitir a conexão de um sistema de vácuo portátil às bombas iônicas do acelerador microtron do IFUSP. Funciona também como interface de isolamento entre o sistema de vácuo do acelerador e o meio ambiente. A válvula apresentou em testes uma taxa de vazamento menor que 10^{-12} Pa m³/s e uma condutância máxima de 6,3 l/s, na faixa de pressão de 10^{-2} Pa. Esta válvula foi totalmente produzida a partir de componentes nacionais e se compara favoravelmente às similares importadas.

ABSTRACT

This work presents an angle valve to be used in high and ultra-high vacuum systems. The valve allows the connection of a portable vacuum system to the IFUSP microtron accelerator ionic pumps. It also works as an isolation interface between the accelerator vacuum system and the environment. In tests, the valve presented a leak rate below 10^{-12} Pa m³/s and maximum conductance of 6,3 l/s, at 10^{-2} Pa. This valve was totally built with national parts, and compares favourably to the imported models.

1. INTRODUÇÃO

O Laboratório do Acelerador Linear do IFUSP está construindo um acelerador de elétrons recirculado do tipo microtron, para uso em pesquisa científica. Dentre os vários subsistemas que compõem esta máquina, cabe destacar o sistema de ultra-alto vácuo. Este sistema é essencial para o bom funcionamento da máquina por três motivos principais:

- O material que compõe o cátodo e é responsável pela emissão dos elétrons poderia ser oxidado e perder suas qualidades emissoras;
- Dentro das estruturas aceleradoras [1, 2] existem campos elétricos muito intensos (responsáveis pela aceleração dos elétrons) que poderiam ionizar os gases e provocar faíscas;
- Manter o maior livre caminho médio possível, pois caso contrário parte da energia adquirida no processo de aceleração seria perdida através de colisões com as moléculas dos gases, além disso, os elétrons sofreriam espa-

lhamento nessas colisões e seria impossível manter o feixe focalizado e direcionado.

Para atingir as pressões desejadas, os dispositivos escolhidos foram bombas iônicas do tipo "sputter-ion" [3], cuja pressão final é da ordem de 10^{-7} Pa. A pressão inicial de trabalho dessas bombas é da ordem de 10^{-3} Pa, e é atualmente obtida através de um sistema de bombeamento turbomolecular portátil. Para permitir o acoplamento do sistema turbomolecular à bomba iônica, é utilizada uma válvula em ângulo reto operada manualmente.

Deve-se ressaltar que, uma vez que o sistema turbomolecular é retirado, esta válvula torna-se a interface de isolamento entre o ambiente de ultra-alto vácuo do acelerador e a pressão atmosférica. Portanto a válvula necessita exibir requisitos de confiabilidade e estanqueidade adequados.

Devido às dificuldades na aquisição de produtos importados e com o objetivo de desenvolver dispositivos na área de vácuo, usando tecnologia nacional e a um custo menor, foi projetada e construída uma válvula em ângulo reto, que atendesse as necessidades descritas anteriormente.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Um desenho em corte da válvula é apresentado na Figura 1. A válvula possui um flange DN CF 25 rotativo, para a conexão com o sistema a ser bombeado e um DN KF 40 para conexão com o sistema turbomolecular, ambos em aço inoxidável (AISI 304L).

O corpo da válvula é composto por um "T" assimétrico, re-puxado em aço inoxidável (AISI 304L), adquirido no mercado nacional. A vedação é obtida com o uso de um o-ring de Viton[®] alojado no final do êmbolo.

O elemento individual mais complexo e de maior custo é o fole sensível metálico. Idealmente, o fole mais adequado seria o de bordas soldadas, que, por sua alta flexibilidade, apresenta um quociente excursão/comprimento muito superior aos foles convencionais. Infelizmente, não foi encontrado no mercado nacional um fole com estas características. Assim, utilizou-se um fole conformado hidráulicamente em aço inoxidável (AISI 304) com espessura de 0,15 mm.

*rrlima@if.usp.br

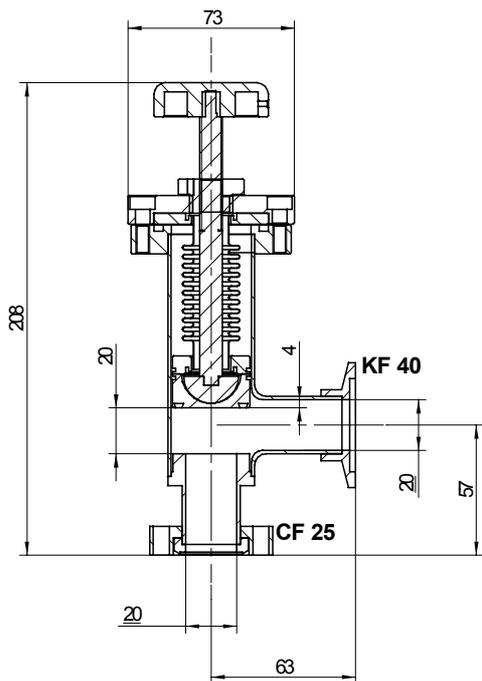


Figura 1 – Desenho em corte da válvula em ângulo reto (mediadas em milímetros).

As partes foram unidas através de soldagem TIG, obedecendo-se às técnicas de soldagem para dispositivos usados em ultra-alto vácuo. Ao todo, a válvula possui sete pontos de soldagem. Deve-se notar que a soldagem mais desafiadora é a do fole, em função de sua espessura muito fina. Um protótipo da válvula foi usinado nas oficinas do IFUSP, sendo que, após os testes, as partes de mais 15 válvulas foram usinadas por uma empresa nacional em máquinas CNC.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A excursão desejável para o êmbolo da válvula é de aproximadamente 20 mm. Como o fole conformado hidraulicamente é pouco flexível, para que esta amplitude de movimento pudesse ser alcançada, o corpo da válvula teve que ser alongado em 30%, em relação às similares importadas. O êmbolo atuador possui um fim de curso, de modo a evitar que o fole sofra uma compressão acima da especificada. Segundo o fabricante [4], este fole permite 5.000 ciclos de abertura/fechamento. A estanqueidade da válvula foi testada em um detector de vazamentos a hélio (Leybold, modelo UL200), apresentando uma taxa de vazamento menor que 10^{-12} Pa m³/s, limite de detecção do instrumento. A condutância da válvula foi medida pela diferença de pressão ocasionada pela mesma, quando disposta entre duas câmaras, usando-se o arranjo apresentado esquematicamente na Figura 2. O “throughput” (Q) foi determinado pela medida da diferença das pressões ($P_1 - P_2$) quando as câmaras estavam interligadas por um duto de condutância conhecida, conforme a ref. [5]. Posteriormente, este duto foi substituído pela válvula em ângulo reto e as diferenças de pressão para

diversas posições do êmbolo foram medidas. Com estes dados foi possível determinar a condutância da válvula em função do deslocamento do êmbolo, na faixa de pressão de 10^{-2} Pa, cujos valores são apresentados na Figura 3. Para cada posição do êmbolo, várias medidas das diferenças de pressão foram realizadas, utilizando-se, para o cálculo da condutância, a média e o desvio padrão da média dos valores obtidos. As barras de erro apresentadas na Figura 3 foram obtidas a partir da propagação das incertezas em cada um dos parâmetros medidos. De forma a garantir a fidelidade das medidas, alguns cuidados foram tomados: uso de N₂ seco; câmara de armazenamento antes da válvula agulha, garantindo que o N₂ estivesse à pressão atmosférica; os medidores MP1 e MP2 foram conectados a câmaras para uniformização do fluxo de gás; calibração relativa dos sensores MP1 e MP2, realizada simultaneamente em uma câmara específica; testes efetuados na faixa de pressão de 10^{-2} Pa, evitando pressões mais baixas, onde a desgaseificação das paredes contribuisse de forma significativa para o “throughput”. A Figura 4 apresenta uma fotografia ilustrativa da válvula construída.

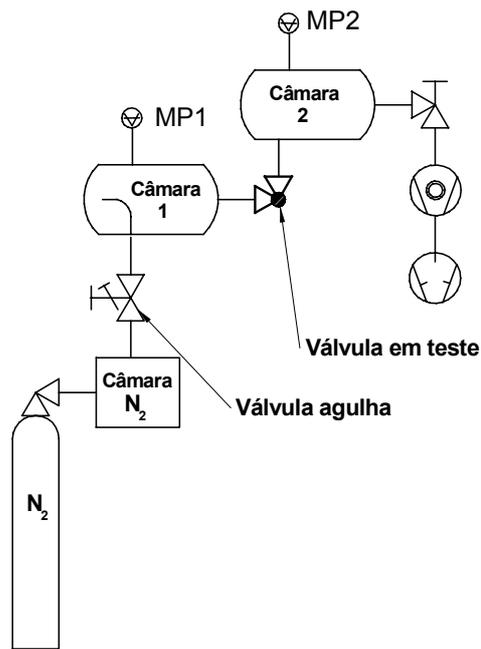


Figura 2 – Desenho esquemático do sistema utilizado para a medida de condutância.

4. CONCLUSÕES

Um protótipo de válvula em ângulo reto manualmente operada foi construída e testada e mais outras 15 estão em fase de finalização. A estanqueidade obtida ($< 10^{-12}$ Pa m³/s) e a condutância de 6,3 l/s, na faixa de pressão de 10^{-2} Pa, associadas à confiabilidade do design, garantem o uso desta válvula como interface entre o sistema de ultra-alto vácuo do

acelerador e o meio externo, servindo como porta de acesso para a evacuação das bombas iônicas, permitindo sua partida.

O custo médio de uma válvula em ângulo reto importada, adquirida no Brasil, com características semelhantes é de aproximadamente R\$ 2000,00. O custo da válvula apresentada neste trabalho (incluindo fole e usinagem das partes) foi de R\$ 700,00. Deve-se notar que as válvulas comerciais garantem uma vida útil acima de 100.000 ciclos, enquanto que o fole usado na válvula em questão tem vida útil muito menor (5.000 ciclos). As válvulas comerciais com diâmetro interno de 16 mm têm vazão média de 4,6 l/s e as de 25 mm de diâmetro têm 14,2 l/s. A válvula apresentada nesse trabalho apresenta vazão máxima de 6,3 l/s, ligeiramente abaixo da média das comerciais, considerando seu diâmetro de 20 mm.

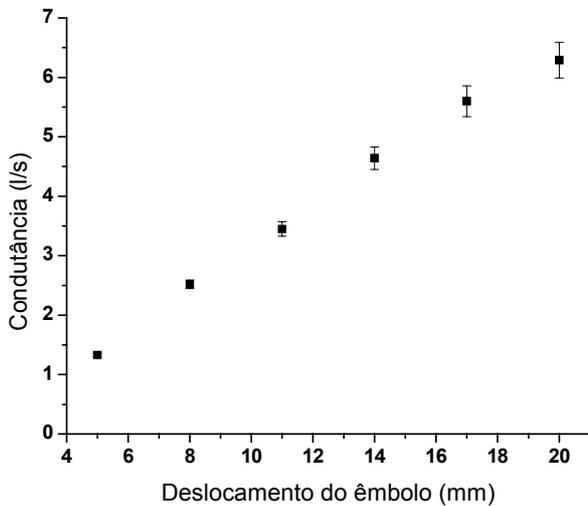


Figura 3 -Variação da condutância em função da abertura do êmbolo da válvula em pressões de 10^{-2} Pa.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. F.T. Degasper, Faculdade de Tecnologia de São Paulo, Fatec-SP, CEETEPS, pelas valiosas discussões; à FAPESP pelo apoio financeiro.



Figura 4 -Foto ilustrativa da válvula em ângulo reto.

REFERÊNCIAS

- MARTINS, M.N.; DEGASPERI, F.T.; VERARDI, S.L.L.; TAKAHASHI, J., "Pressure Field along the Axis of an Accelerating Structure", Proceedings of EPAC2002, Paris/França, 2002.
- MARTINS, M.N.; MALAFRONTA, A.A.; TAKAHASHI, J.; PASCHOLATI, P.R., "Resonance Frequency Stabilization of a Side-Coupled Accelerating Structure", In: 7th European Particle Accelerator Conference, 2000, Vienna. Proceedings of the EPAC 2000, <http://accelconf.web.cern.ch/AccelConf/e00/PAPERS/TUP7A02.pdf>.
- LIMA, R.R.; GROSSI, F.; GOMES, L.S.; TAKAHASHI, J.; MARTINS, M.N., "Caracterização de bombas iônicas", Apresentado no XIX Congresso Brasileiro de Aplicações de Vácuo na Indústria e na Ciência, Campinas/SP, 1998.
- Foleflex Indústria e Comércio Ltda., Av. Roland Garros, 2284 - Pq. Edú Chaves - São Paulo - SP, www.foleflex.com.br.
- HABLANIAN, M.H.; NUZZI, F.J.; PFLANZ, L., J., "Optimizing the conductance of right-angle valves", *J. Vac. Sci. Technol. A* 9 (1991) 2062.