

BANCADA DIDÁTICA PARA ANÁLISE DE EFICIÊNCIA DE SELO MECÂNICO E GAXETA

<KLEBER BETTEGA>¹
<EDUARDO COSTA ESTAMBASSE>²

Resumo

O desenvolvimento deste equipamento refere-se a um dispositivo para coleta de dados na utilização de selos mecânicos e gaxetas. Em particular este equipamento será utilizado para monitoramento de dispositivos de vedação de fluídos com sistema de rotação em sistemas de bombeamento e agitação, onde o fluído é utilizado para pressão ou até mesmo movimentação dos mesmos. O dispositivo é usado para determinar vida útil dos seus componentes e será utilizado por fabricantes e fornecedores de sistemas de vedação. Ainda neste equipamento podem-se coletar informações e dados para modelagem matemática e inteligência artificial.

Palavras-chave: Selos mecânicos. Gaxetas. Sistemas de vedação.

1 INTRODUÇÃO

O sistema de vedação de fluidos descrito por este trabalho é configurado de modo que sua ação de vedação possa ser constantemente melhorada, a coleta dos dados gerados dará subsídios para a constante necessidade das empresas, e também abre oportunidades para diversos modelos de pesquisas sempre com vistas à melhoria dos seus produtos. Os sistemas devem desempenhar soluções que atendam a esta demanda (“Efficient mechanical seals aid reliability”, World Pumps Magazine, maio 2015).

¹ Graduação - Faculdade Tecnologia Senai Londrina, kleberbettega@gmail.com.

² Doutorado - Faculdade Tecnologia Senai Londrina, eduardo.estambasse@pr.senai.br.

As vedações por selos mecânicos são amplamente utilizadas em sistemas rotativos e de bombeamento com a finalidade de impedir vazamentos que são indesejados ao longo do processo produtivo e fornecem uma condição ideal para trabalhos com fluídos e gases. Este sistema impede que sejam lançados ao meio ambiente com possíveis contaminantes, bem como a economia com desperdícios de vazamentos que ocorrem em outros processos. (NYEMECK; LEDAUPHIN, 2015). Os selos mecânicos podem se comportar de diversas maneiras quando submetidos aos choques de temperaturas e outros intemperles (LAMBERT, 1996).

1 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Vedação

Os tipos de vedação podem ser divididos em duas formas:

- a) Estáticas; (juntas)
- b) Dinâmicas; (labirintos, roscas sem fim, e as com contato, que podem ser radiais ou axiais sendo retentores e gaxetas e os selos mecânicos).

A Figura 1 mostra um selo mecânico convencional, utilizado industrialmente para vedação.

Figura 1-Selo mecânico convencional



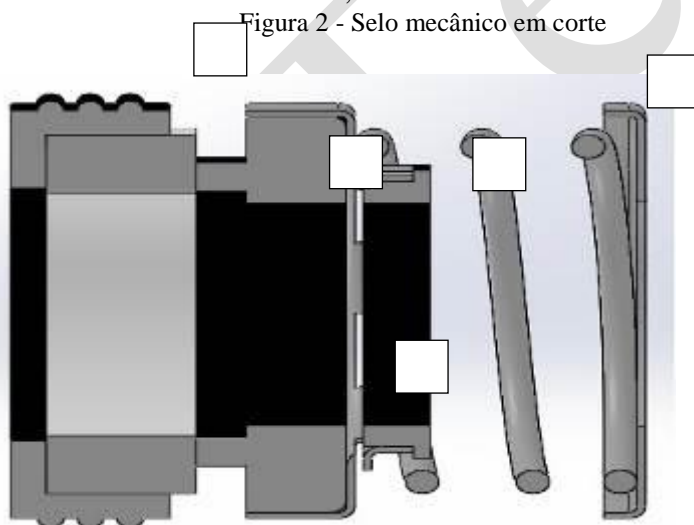
Fonte: dos Autores (2016).

2.2 Selo Mecânico

Componente responsável pela vedação de fluidos sob pressão em reservatórios que podem ser estáticos ou girantes, o qual possuem eixos que atravessam seu corpo.

É composto por elementos rotativos que estão fixados ao eixo, com a parte estática fixada à caixa chamada de alojamento. Possuem faces de vedação que são construídas de cerâmicas, tungstênio, silício, grafite etc. estes são considerados como elementos principais, os demais anéis orings, cunhas, mola, teflon podem ser considerados como elementos secundários. Basicamente os selos são compostos dos seguintes componentes que podem ser vistos na Figura 2:

- 1- face de contato;
- 2- Contra anel de face;
- 3- Vedações;
- 4- Mola;
- 5- Anel de arrasto;



Fonte: dos Autores (2016)

Com relação às formas de montagem dos selos mecânicos são divididas em dois grupos principais:

- a) conjunto de compensação rotativo com sede estacionaria; e
- b) conjunto de compensação estacionaria e sede rotativa.

Os selos ainda podem apresentar diversas vantagens com relação à utilização de sistemas de vedações por gaxetas:

- a) possui maior tempo médio entre falha se considerado a outros sistemas de vedação;
- b) reduz o custo de implantação através da eliminação de perdas de produtos e manutenção;
- c) não necessita de manutenção; e
- d) confiança na segurança quando se retém produtos perigosos.

2.3 Gaxetas

As gaxetas são partes importantes das bombas, mas devido ao seu processo de construção e montagem podem oferecer desvantagens, impedindo o funcionamento satisfatório do sistema. Também é componente que tem a finalidade de impedir o vazamento do fluido para o meio, porém, as mesmas necessitam de vazamento para sua própria lubrificação, podem ainda danificar a luva de sacrifício, bem como o aumento do consumo devido aos apertos conforme (MATTOS, EDSON EZEQUIEL DE, 1998).

Os sistemas de vedação por gaxetas requerem manutenção constante, apertos e monitoramento dos vazamentos, que por sua vez podem causar danos aos equipamentos em função do escape de produtos, que podem ser corrosivos e perigosos.

As gaxetas são fabricadas dos seguintes materiais:

- Algodão;
- Juta;
- Nylon;
- Teflon;
- Borracha;
- Alumínio;
- Latão e cobre;
- Carbono.

Após a confecção da gaxeta, elas são impregnadas com materiais como sebo, grafite, óleo, silicone e mica com a finalidade de torná-las auto lubrificadas. Podem ser construídas de quatro tipos diferentes, conforme Figura 3.

É imprescindível o vazamento com sistemas de gaxetas, de acordo com a necessidade, ou seja, caso ocorra um aquecimento excessivo, deve se proceder com o aumento do vazamento do fluido com a finalidade de lubrificação e refrigeração do conjunto, tal procedimento faz com que minimize o desgaste do eixo, em contra partida aumenta o desperdício do produto a ser vedado.

Figura 3 - Diferentes tipos de gaxetas.

Gaxeta Tipo Corda



Gaxeta Labial



Gaxetas de Compressão



Gaxetas de Chevron



Fonte: dos Autores (2016).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho consiste em uma pesquisa experimental, com o desenvolvimento de um projeto e a construção de um dispositivo para testes de gaxetas e selos mecânicos. Em princípio, para a construção do equipamento de testes será feita análise dos principais tipos de sistemas de vedação utilizados na indústria. O dispositivo para coleta dos dados tem o objetivo de replicar exatamente equipamentos industriais.

A confecção do projeto se dará utilizando o *software* gráfico *Solidworks* para a construção dos desenhos do equipamento. Dessa forma é possível detalhar todas as etapas da construção do projeto, bem como a simulação de posicionamento dos componentes, e ainda verificar possíveis falhas.

O equipamento projetado é capaz de monitorar vazamentos. Dos dois tipos de vedação, gaxetas e selo mecânico. Também é possível atender a solicitações como vazamentos sob pressão, ou contaminações por vazamento

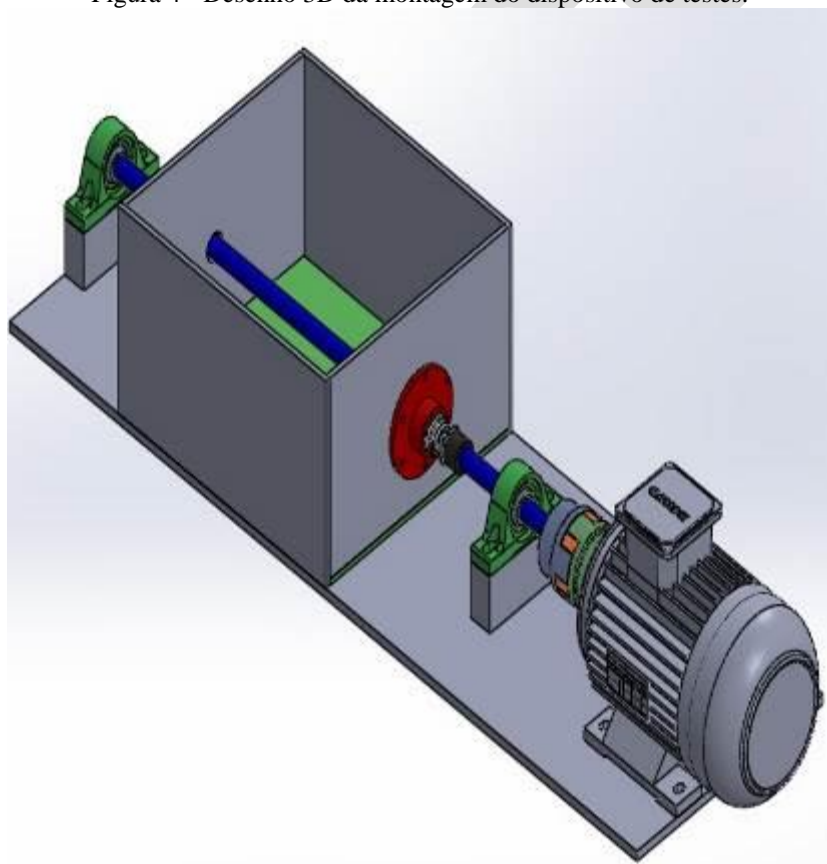
de vácuo. Outro fator que pode ser analisado em sistemas de vedação utilizando este dispositivo é a condição de temperatura dos componentes.

Será possível acoplar outros dispositivos a esse equipamento, como é o caso de um Inversor de Frequência que pode ser utilizado para variação da velocidade de rotação do eixo.

Uma pesquisa bibliográfica dos sistemas de vedação em equipamentos rotativos analisando as diversas formas existentes, funcionalidades e características de cada tipo de equipamento e sistemas de vedação fundamentará o estudo proposto.

A Figura 4 ilustra a montagem do equipamento desenhado no *Solidworks*. O equipamento possui uma tampa e poderá ter fluido sob pressão. Pode-se também experimentar sistemas de vedação com a utilização de vácuo.

Figura 4 - Desenho 3D da montagem do dispositivo de testes.



Fonte: dos Autores (2016).

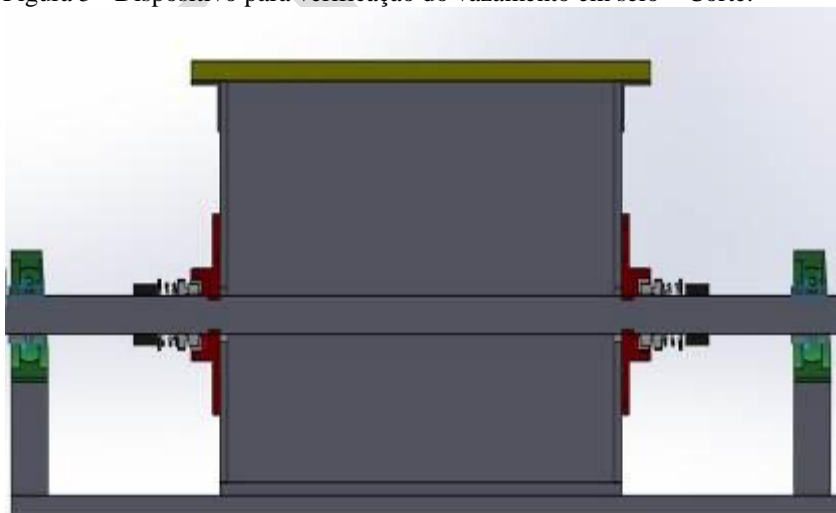
O equipamento é constituído por um motor de corrente alternada com 1 CV de potência tipo Dahlander, sendo acionado por um disjuntor de proteção. “Um acoplamento elástico de garras faz a ligação do motor ao eixo trefilado de aço SAE 1045 nas dimensões de 3/4” de diâmetro por 1000 mm de comprimento. O eixo será suportado por dois mancais tipo P 204.

A “caixa reservatório foi construída de chapas 1/4 em aço SAE 1020”, podendo ser hermética para os experimentos de pressão e vácuo, possuindo em suas extremidades furos passantes de 24 mm para passagem do eixo de simulação.

Na lateral será acoplado um flange que simula o alojamento de gaxetas ou selos mecânicos, podendo ser substituído de acordo com a necessidade do experimento. Os flanges são fixados por parafusos e possuem um anel tipo o-ring de vedação.

Neste dispositivo será montada a configuração de análise de vazamentos em selos mecânicos. Neste caso utilizaremos dois selos um de cada lado da caixa conforme a figura 5.

Figura 5 - Dispositivo para verificação do vazamento em selo – Corte.



Fonte: dos Autores (2016).

Para análise do vazamento consideramos a possibilidade da ocorrência de duas falhas:

1) vazamento que causa mudança nos processos do fluido ao qual o sistema se propõe a vedar; e

2) contaminação do meio ambiente proveniente de vazamento.

Diante das duas formas de falhas apresentadas, adotaremos a segunda como um critério para análise do experimento.

De acordo com Quixadá (2014) é possível efetuar o cálculo do vazamento do selo mecânico de acordo com a equação (1):

$$Q = \frac{\pi r_m h^3 \Delta p}{6\mu(r_s - r_i)} \quad 1)$$

Onde:

Q = Vazamento

rm = Raio médio das faces

re = Raio externo das faces

ri = Raio interno das faces

h = Espessura do filme formado entre as faces

Δp = Diferença de pressão na interface

μ = Viscosidade do líquido

O fator mais importante neste caso é a espessura formada pelo filme do fluido, que é o espaço entre as faces do selo, levando-se em consideração que uma pequena variação neste valor provoca grande alteração no vazamento calculado conforme. (HARUYAMA *et al.*, 2013).

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Dentro dos procedimentos metodológicos adotados para esta pesquisa, foram seguidos os seguintes passos para o desenvolvimento e coleta dos dados:

1) análise dos dados bibliográficos necessários para o desenvolvimento do protótipo para o experimento;

2) definição dos componentes que serão utilizados para a montagem do sistema de coleta de dados;

3) estratégia de montagem do sistema de vedação utilizado para monitoramento e coleta de dados;

4) verificação dos dados, tabulação dos valores e aplicação dos modelos matemáticos; e

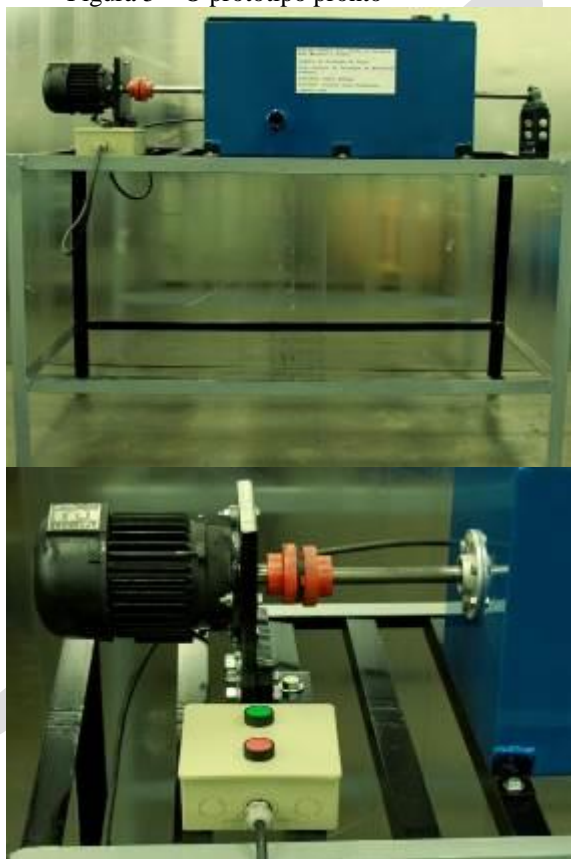
5) apresentação dos resultados.

Utilizando-se da revisão da literatura foi definido um modelo a ser construído que possa dar condições de coleta de dados dos corpos de prova em análise.

De acordo com o tema do trabalho, os resultados do estudo proposto poderão apresentar a real situação dos componentes em aplicação de campo, e os dados podem ser utilizados em modelos matemáticos e simulações de elementos finitos. Os resultados acima descritos aperfeiçoam o dimensionamento dos conjuntos vedantes.

Podem ser também utilizados a fim de precisar a manutenção dos kits de vedação, contribuindo para a minimização dos riscos de contaminação ao meio ambiente e pessoas. A Figura 5 apresenta fotos do protótipo pronto.

Figura 5 – O protótipo pronto



Fonte: dos Autores (2016).

5 CONCLUSÃO

O objetivo principal do projeto foi o desenvolvimento prático da bancada didática. Os testes iniciais foram satisfatórios.

Os objetivos alcançados podem ser resumidos:

- proposta de um projeto, confecção e montagem de um equipamento de simulação para utilização de sistemas de vedação.
- aplicação do cálculo de desperdício de produtos no equipamento em operação.
- possibilidade de efetuar a comparação real do vazamento do fluido no equipamento para o meio externo.
- o dispositivo pode ser configurado de vários modos e atender diversos tipos de sistemas de vedação.
- realizar aquisição e tratamento de sinais para diagnóstico de falhas utilizando I.A. (inteligência artificial).

O equipamento funcionou dentro do planejado, necessitando melhorias para realização de trabalhos futuros.

BENCH FOR TEACHING ANALYSIS OF MECHANICAL SEAL OF EFFICIENCY AND PACKING

Abstract

The development of this equipment refers to a device for collecting data on the use of mechanical seals and gaskets. In particular this equipment is used for monitoring fluid sealing means with rotation in pumping and agitation systems, where fluid pressure is used to or even movement thereof. The device is used to determine useful life of its components and will be used by manufacturers and suppliers sealing systems. Although this equipment can be collected information and data for mathematical modeling and artificial intelligence.

Keywords: Mechanical seals, Gaskets, Sealing systems.

REFERÊNCIAS

MATTOS, EDSON EZEQUIEL DE, R. DE F. **Bombas Industriais**. 2. Ed. Rio de Janeiro: Interciencia, 1998.

Efficient mechanical seals aid reliability. **World Pumps**, v. 2015, n. 5, p. 35–37, maio 2015.

HARUYAMA, S. et al. Influence of surface roughness on leakage of new metal gasket. **International Journal of Pressure Vessels and Piping**, v. 111–112, p. 146–154, nov. 2013.

LAMBERT, P. The development of a new generation of split mechanical seals. **Sealing Technology**, v. 1996, n. 32, p. 7, ago. 1996.

NYEMECK, A. P.; LEDAUPHIN, T. Experimental analysis of mechanical seals operating under thermal shock. **Sealing Technology**, v. 2015, n. 2, p. 8–12, fev. 2015.

QUIXADÁ, R. F. **Estudo de selo mecânico para turbinas hidrocínéticas**. Trabalho de Conclusão de Curso - Graduação - Bacharelado. Disponível em: <<http://bdm.unb.br/handle/10483/7396>>. Acesso em: 8 jul. 2015.

ZHANG, J. et al. A numerical simulation of 3-D inner flow in Up-stream Pumping Mechanical Seal*. **Journal of Hydrodynamics, Ser. B**, v. 18, n. 5, p. 572–577, out. 2006.

<<http://www.saviesa.org.br/mapeamento/biblioteca/Usos%20de%20acos%20em%20dutos%20para%20industria%20de%20petroleo%202.pdf>>. Acesso em: 16 jun. 2016.

PEREIRA, J. G. M. E. A. M. Materiais de Construção METAIS. **https://engenhariacivilfsp.files.wordpress.com/2012/05/mci-metals_2010.pdf**, maio 2010. Disponível em:

<https://engenhariacivilfsp.files.wordpress.com/2012/05/mci-metals_2010.pdf>. Acesso em: 05 jun. 2016.

RAMANATHAN, L. V. Corrosão e seu Controle. In: RAMANATHAN, L. V. **Corrosão e seu Controle**. 3º. ed. [S.l.]: Hemus, 1988. p. 341.

VANESSA KAPPS, A. C. S. A. B. C. REUCP Revista de Engenharia da Universidade Católica de Petrópolis. **http:**

[//seer.ucp.br/seer/index.php?journal=REVCEC&page=index](http://seer.ucp.br/seer/index.php?journal=REVCEC&page=index), PETRÓPOLIS, p. 38, 29 nov. 2012. Disponível em:

<<http://seer.ucp.br/seer/index.php?journal=REVCEC&page=article&op=view&path%5B%5D=453>>. Acesso em: 2 dez. 2013.