



Desenvolvimento de um pressostato de baixo custo para um ventilador pulmonar

Development of a low-cost pressure switch to a pulmonary ventilator

Edino Fernandes da Costa

edinocosta.2018@alunos.utfpr.edu.br

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, Paraná, Brasil

Willian Ricardo Bispo Murbak Nunes

willianr@utfpr.edu.br

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, Paraná, Brasil

Marcelo Augusto Araújo de França

marcelofranca@alunos.utfpr.edu.br

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, Paraná, Brasil

Vinícius Dário Bacon

viniciusbacon@utfpr.edu.br

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, Paraná, Brasil

Carlos Matheus Rodrigues de Oliveira

carlosoliveira@utfpr.edu.br

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, Paraná, Brasil

RESUMO

Tendo em vista a elaboração de um ventilador pulmonar para auxiliar no combate da pandemia do COVID-19. O projeto de extensão InovAr propôs o desenvolvimento de diferentes soluções de baixo custo para suprir itens que compõe um ventilador mecânico. Entre os elementos de um ventilador mecânico há o pressostato, que é um item de segurança para monitorar a pressão do ar comprimido de rede. O presente trabalho apresenta a proposta do desenvolvimento de um pressostato de baixo custo com o funcionamento similar ao de um cilindro pneumático para viabilizar o custo final do ventilador. Através da metodologia de teste foi possível observar o funcionamento do item e analisar se a proposta atendia as necessidades do ventilador. No entanto, ao decorrer dos testes notou-se algumas limitações mecânicas relacionadas às molas utilizadas, cujos dados obtidos representam uma contribuição para trabalhos futuros ou até mesmo para uma segunda versão que venha a considerar variáveis não estimadas neste trabalho.

PALAVRAS-CHAVE: Pressostato. Ventilador pulmonar. COVID-19.



ABSTRACT

Considering the elaboration of a pulmonary ventilator to help combat the COVID-19 pandemic. The InovAr extension project proposed the development of different low-cost solutions to supply items that make up a mechanical ventilator. Among the elements of a mechanical ventilator there is the pressure switch, which is a safety item to monitor the pressure of compressed air in the network. The present work presents a proposal for the development of a low-cost pressure switch that works similar to that of a pneumatic cylinder to make the final cost of the fan feasible. Through the test methodology it was possible to observe the operation of the item and analyze whether a proposal meets the needs of the ventilator, however during the tests some mechanical limitations were noted related to the springs used, so the requested data remained as a contribution to future works or even for a second version that considers variables not estimated in this first version.

KEYWORDS: Pressure switch. Pulmonary ventilator. COVID-19.

INTRODUÇÃO

Diante do cenário da pandemia, muitas áreas se manifestaram de maneira a propor soluções para ajudar a combatê-la. Com isso na área da engenharia muitas propostas de ventiladores pulmonares surgiram, dentre elas destacam-se: o GEPEC-VENT (UFRGS, 2020), o VExCO (CAMPOS, 2020), o Fasten-Vita (RPC, 2020), o Vent-U (UTFPR, 2020), o COLLAB (RPC, 2020) e o InovAr (Nunes *et al.*, 2021).

O projeto InovAr foi realizado pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Apucarana, composto por uma equipe multidisciplinar de profissionais da engenharia e medicina, visando um desenvolvimento que atendesse aos requisitos das normas estabelecidas pela ANVISA (2021) e fosse acessível no quesito financeiro para uma produção massiva. Neste sentido, foi necessário um esforço técnico para propor novas soluções de dispositivos que compõem um ventilador mecânico com um custo reduzido e fabricação mais simples. Logo, uma das premissas do InovAr foi reduzir o custo da montagem de um ventilador pulmonar com desempenho técnico assegurado conforme a ANVISA e alcançar os leitos de hospitais da região, minimizando os efeitos do COVID-19 na sociedade.

Em um sistema de ventilação mecânica é necessário que se tenha o pressostato como item de segurança por meio do monitoramento do ar comprimido da rede. Logo, tendo em vista a oportunidade de contribuir na elaboração de um componente que venha a integrar um ventilador pulmonar, surgiu como proposta a elaboração de um pressostato de baixo custo que tenha como funcionamento o acionamento de uma chave fim de curso para que seja indicado ao circuito eletrônico o momento em que a pressão esteja abaixo de um *set-point*.

Nesta proposta o funcionamento do pressostato se baseia no princípio de funcionamento de um cilindro de simples efeito, onde através da alimentação de ar a força da pressão inicia o movimento de avanço da haste, superando a força de reação da mola até que a haste alcance seu avanço máximo. Já quando ocorre a ausência ou decaimento da pressão a haste tende a retornar à posição inicial, visto que força de reação da mola tende a ser superior a força da pressão (PRUDENTE, 2017).

Feito a proposta, elaborou-se uma metodologia e através de uma peça fabricada realizaram-se alguns testes a fim de validar seu funcionamento. Com os resultados obtidos foi possível observar algumas limitações mecânicas relacionadas às molas utilizadas e os dados obtidos servem para futuros trabalhos ou versões posteriores de pressostatos de baixo custo.

MATERIAIS E MÉTODOS

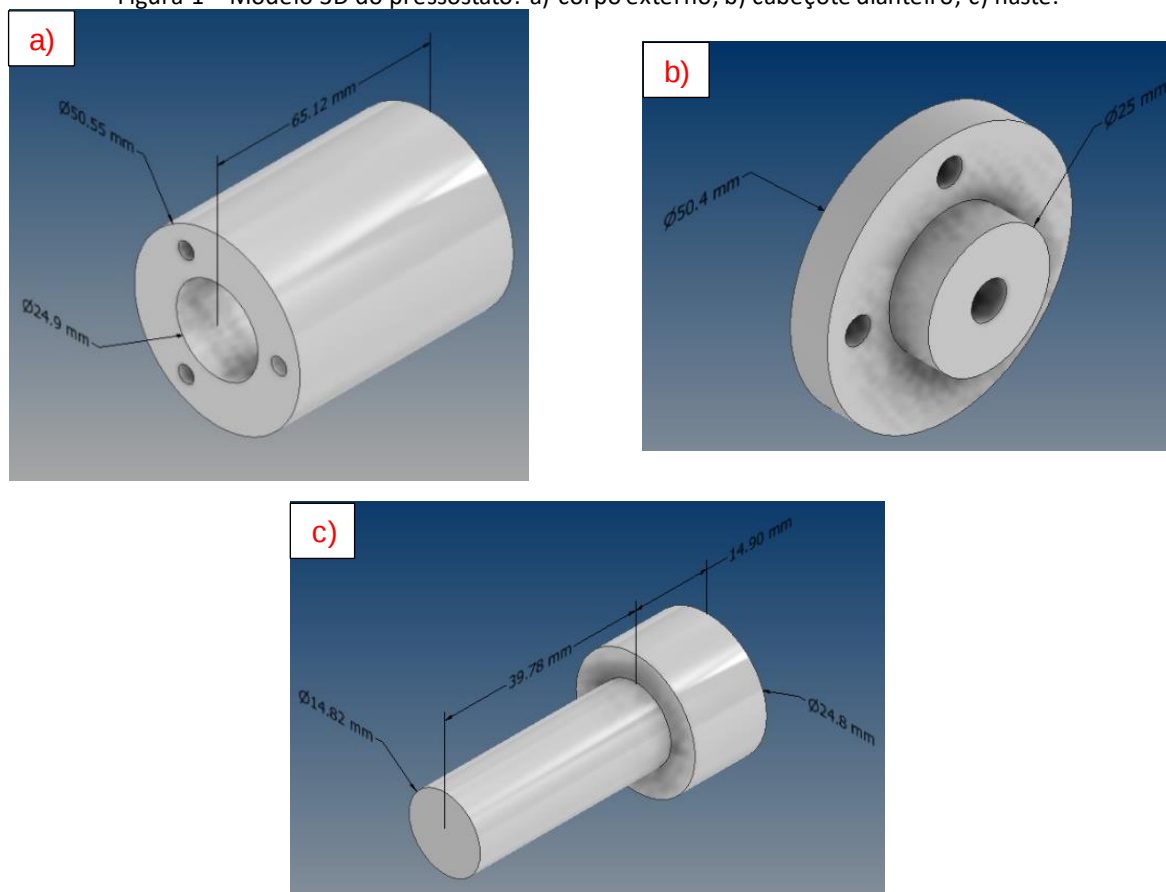
O protótipo de um pressostato de baixo custo desenvolvido neste trabalho utiliza o princípio de um cilindro pneumático, onde a haste de avanço é responsável por acionar um fim de curso com contato normalmente fechado ao atingir determinada pressão. Com isso a metodologia adotada aborda primeiramente o desenvolvimento do protótipo e posteriormente a montagem e validação dos resultados.

A primeira etapa refere-se ao desenvolvimento do protótipo que se dá pelo processo de fabricação da parte mecânica do pressostato, onde este processo foi desenvolvido por uma empresa de usinagem através do serviço voluntário, de acordo com a modelo tridimensional mostrado na Figura 1. Para a usinagem das peças foi utilizado um tarugo de alumínio de aproximadamente 50,55 mm de diâmetro, tendo-se as seguintes peças: corpo externo; cabeçote dianteiro e haste.

Após a fabricação das peças, a etapa de montagem utiliza os seguintes materiais: anel *oring*; 3 parafusos allen 3/16 mm; conexão pneumática macho 1/4" para mangueira de 8 mm; mangueira de poliuretano de 8 mm de diâmetro por 1 m de comprimento; uma mola de 25,47 mm de comprimento por 21 mm de diâmetro externo e uma mola de 47,53 mm de comprimento por 23,79 mm de diâmetro externo. Através da Figura 2 é possível observar as peças fabricadas e a montagem do pressostato.

Durante as etapas de montagem e testes foram utilizados os seguintes instrumentos e equipamento: paquímetro, trena, manômetro com regulador de pressão e um compressor de ar.

Figura 1 – Modelo 3D do pressostato: a) corpo externo; b) cabeçote dianteiro; c) haste.



Fonte: Autores.



Figura 2 – Pressostato: a) Peças que compõe o pressostato; b) pressostato montado com a vista da haste; c) vista em perspectiva do pressostato.



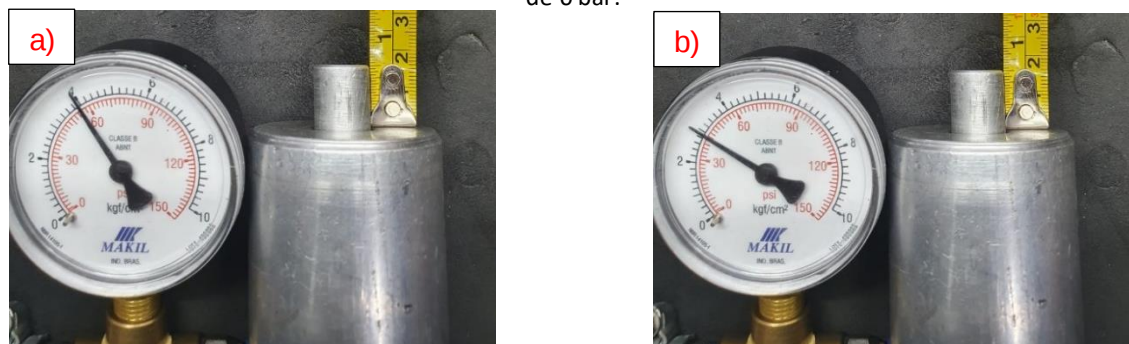
Fonte: Autores.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com a fabricação das peças concluída, a etapa seguinte consistiu em observar o comportamento da haste do pressostato. Para tal, a metodologia adotada utilizou como parâmetro o avanço da haste de acordo com a mola utilizada e a pressão da linha. Através destes parâmetros obteve-se a saturação da haste para cada mola, ou seja, qual é o avanço máximo da haste e em qual pressão isso ocorre. Obteve-se também o momento de recuo, que é quando a haste recua para a posição inicial.

No primeiro teste foi utilizado no interior do pressostato a mola de 25,47 mm de comprimento por 21 mm de diâmetro externo. Com estes parâmetros é possível observar na Figura 3 que o avanço máximo da haste se dá com a pressão de 4 bar avançando aproximadamente 50 mm. Quando a pressão decai próximo de 2.8 bar não há um recuo da haste, havendo apenas o recuo quando a pressão está bem próxima de 0 bar.

Figura 3 – Ensaio do pressostato com mola de 25,47 x 21 mm: a) pressão de 4 bar; b) pressão de 2.8 bar; c) pressão de 0 bar.

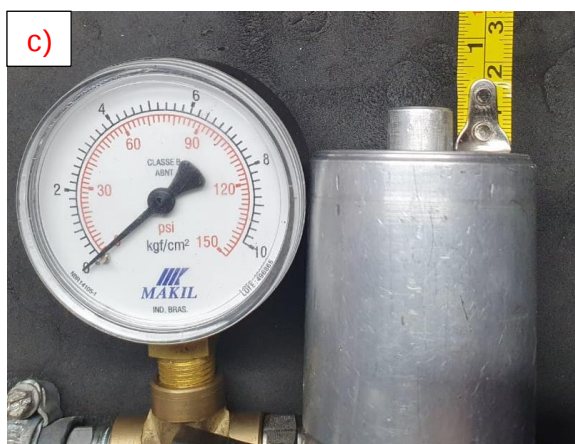
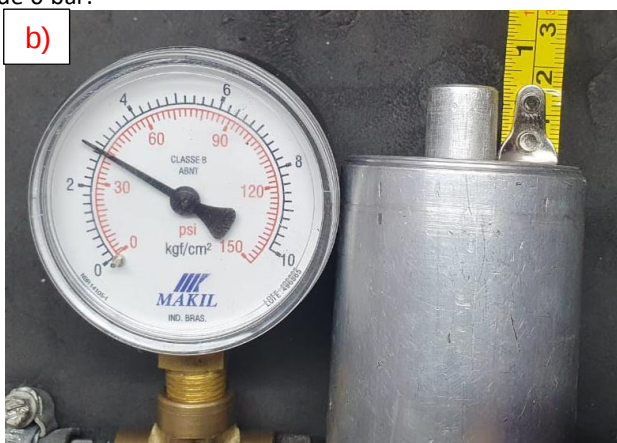
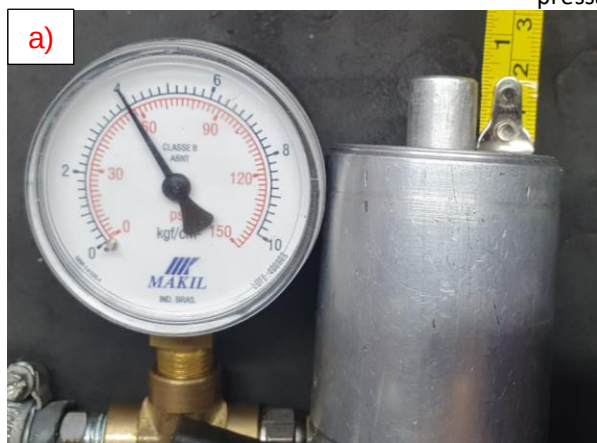




Fonte: Autores.

Já o segundo teste foi utilizado no interior do pressostato a mola de 47,53 mm de comprimento por 23,79 mm de diâmetro externo. Através destes parâmetros é possível notar através da Figura 4 que o avanço máximo da haste se dá com a pressão a de 4 bar avançando aproximadamente 70 mm. Quando a pressão decai próximo de 2.8 bar também não há um recuo da haste significativo, havendo apenas o recuo quando a pressão está bem próxima de 0 bar.

Figura 4 – Ensaio do pressostato com mola de 47,53 x 23,79 mm: a) pressão de 4 bar; b) pressão de 2.8 bar; c) pressão de 0 bar.



Fonte: Autores.



CONCLUSÃO

Neste projeto foi proposto um protótipo de pressostato que tem como princípio de funcionamento de um cilindro pneumático, assim a haste do pressostato é responsável em acionar um fim de curso quando atinge determinada pressão, e recuar quando a pressão for menor que o *range* pré-determinado.

Após a etapa de testes onde foi mapeado o avanço e recuo da haste de acordo com as molas testadas, foi possível a obtenção dos parâmetros necessários para analisar a possibilidade de implementar um circuito elétrico com o fim de curso.

Para tal a relação do avanço máximo e do momento de recuo da haste deve oferecer uma distância que possibilita o rolete mecânico do fim de curso trabalhar de tal forma a acionar o contato no avanço da haste e voltar ao estado inicial no recuo da haste. Para funcionamento em ventiladores mecânicos, o retorno da haste deveria ser para uma pressão menor que 2.8 bar.

Logo, observando os resultados obtidos é possível perceber que a relação do avanço e retorno da haste não ofereceu a distância suficiente para que o rolete mecânico do fim de curso pudesse atuar de maneira satisfatória. Além disto, notou-se que o momento de recuo da haste não coincide com o requisito de pressão menor que 2.8 bar.

Analisando a proposta e os resultados obtidos, conclui-se que para alcançar os resultados desejados é necessário um dimensionamento mecânico da mola mais adequada, onde possa ser considerado o valor da pressão de trabalho e os limites de avanço da haste. Com o resultado atual é possível apenas montar um circuito que monitore a presença e ausência de pressão, mas sem monitoramento para um *setpoint* de pressão.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos líderes do projeto “Inovar: ventilador pulmonar com sensoramento de fluxo para combate ao COVID-19” pela oportunidade oferecida aos integrantes deste trabalho para estarem contribuindo um pouco com o desenvolvimento do projeto. Agradecemos a UTFPR pelo apoio ao projeto e também à empresa que ajudou na fabricação das peças para os testes deste trabalho.

REFERÊNCIAS

ANVISA. Resolução RDC n.º 386, de 15 de maio de 2020. **Diário Oficial da União**. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-rdc-n-386-de-15-de-maio-de-2020-258335933>. Acesso em: 15 de dez. de 2020.

CAMPOS, A. C. Ventiladores pulmonares para covid-19 são testados com sucesso na UFRJ. **Agência Brasil**. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/saude/noticia/2020-07/ventiladores-pulmonares-para-covid-19-sao-testados-com-sucesso-na-ufrj>. Acesso em: 15 de dez. de 2020.

NUNES, W. R. B. M. *et al.* Inovar: ventilador pulmonar com sensoramento de fluxo para COVID-19. In: XLIX Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2021, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: ABENGE, 2021.

PRUDENTE, Francesco. **Automação Industrial pneumática: teoria e aplicação**. Rio de Janeiro: LTC, 2017. 263 p.

RPC. Coronavírus: Universidade desenvolve respirador de baixo custo no Paraná. **RPC Curitiba**. Disponível em: <https://g1.globo.com/pr/parana/noticia/2020/05/23/coronavirus-universidade-desenvolve-respirador-de-baixo-custo-no-parana.ghtml>. Acesso em: 15 de dez. de 2020.



SEI-SICITE 2021

Pesquisa e Extensão para um
mundo em transformação

XI Seminário de Extensão e Inovação
XXVI Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica
08 a 12 de Novembro - Guarapuava/PR



UFRGS. Ventilador pulmonar proposto pela UFRGS é de baixo custo, fácil montagem e simples manutenção. **Universidade Federal do Rio Grande do Sul.** Disponível em: <https://www.ufrgs.br/coronavirus/base/ventilador-pulmonar-proposto-pela-ufrgs-e-de-baixo-custo-facil-montagem-e-simples-manutencao/>. Acesso em: 15 de dez. de 2020.

UTFPR. Grupo de pesquisadores apresenta ventilador pulmonar de baixo custo. **Universidade Tecnológica Federal do Paraná.** Disponível em: <http://portal.utfpr.edu.br/noticias/geral/covid-19/grupo-de-pesquisadores-apresenta-ventilador-pulmonar-de-baixo-custo>. Acesso em: 15 de dez. de 2020.