

AVALIAÇÃO DE MÓDULO DIDÁTICO DE HIDRÁULICA PROPORCIONAL NO CONTROLE DE FORÇA DE ATUADORES LINEARES

MAIK CONCEIÇÃO DIAS¹; TARICK MICAEL TIMM BLODORN²; MARLON MAURICIO HERNANDEZ CELY²; GILSON SIMÕES PORCIÚNCULA³

¹ Universidade Federal de Pelotas – maikdias02@gmail.com

² Universidade Federal de Pelotas – tarickblondorn28@gmail.com

³ Universidade Federal de Pelotas – marlon.cely@ufpel.com

⁴ Universidade Federal de Pelotas – gilson.porciuncula@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

O presente artigo tem como finalidade analisar e avaliar o desempenho de um módulo didático de hidráulica proporcional para o controle de força. Sistemas hidráulicos proporcionais utilizam dispositivos especiais, conhecidos como válvulas proporcionais, para controlar com precisão o fluido hidráulico que flui através do circuito hidráulico, permitindo um controle proporcional e ajustável da velocidade, força e posição do sistema. Esses aspectos são usados para analisar o movimento do sistema e a carga, levando em consideração a flexibilidade e o controle (MAAS et al., 2012). Dessa forma, permite melhorar a eficiência em aplicações onde o controle fino é essencial.

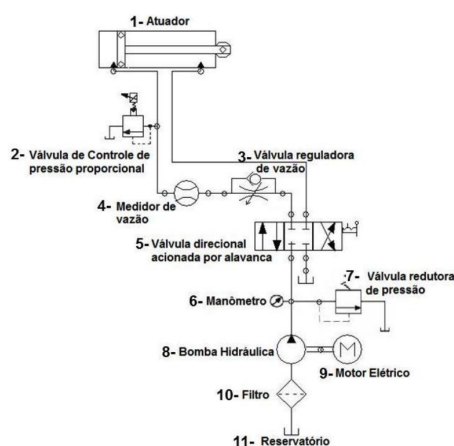
Sistemas hidráulicos são tecnologias que utilizam fluido pressurizado (óleos minerais) em conjunto de elementos físicos que realizam transferência de energia, por meio do fluido, permitindo a transmissão e o controle de forças e movimentos. (PARKER, 1999). Esses sistemas de modo convencional, acabam por gerar movimentos mais bruscos, aumentando o esforço mecânico que podem reduzir a vida útil dos equipamentos, além de gerar picos de pressão. Dessa forma e a fim de diminuir tais fatores, a hidráulica proporcional se faz presente. Essa tecnologia está cada vez mais presente em máquinas e equipamentos por sua variedade de controle e simplificação do sistema. Com base na superioridade dos sistemas hidráulicos para implementar seu controle, eles têm sido estudados a partir da modelagem matemática da velocidade, do atrito entre fluidos e componente e da relação dinâmica entre ambos (JUNYING; JIANHAI, 2009)

A avaliação apresentada neste estudo parte da análise do desempenho de um módulo didático de hidráulica proporcional, composto por uma válvula de pressão proporcional controlada por uma placa eletrônica. A aferição da força gerada no atuador foi realizada por uma prensa de compressão e os resultados foram avaliados de acordo com os parâmetros de projeto do atuador hidráulico. Os resultados encontrados despertaram a necessidade de realizar maiores estudos sobre o controle da temperatura do fluido para garantir o desempenho de sistemas automáticos que requerem controle preciso e flexível.

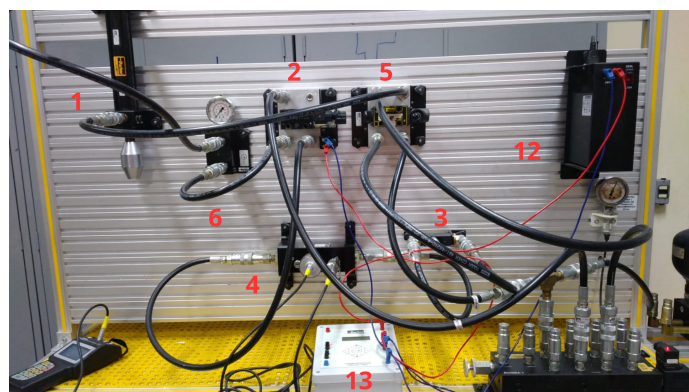
2. METODOLOGIA

A metodologia aplicada neste trabalho fundamenta-se nos conceitos de Sistemas Hidráulicos de Controle de Força – SHCF, cuja principal finalidade é a capacidade de controlar a força de um atuador linear ou o torque de atuador um atuador rotativo (motor hidráulico), de modo que eles se adaptem às mudanças nas condições de operação em tempo real. Isso é especialmente importante em aplicações onde a força ou o torque precisam ser mantidos dentro de limites estritos para garantir a segurança, evitar danos aos componentes ou otimizar o processo. Para a avaliação deste estudo utilizou-se um módulo didático de hidráulica proporcional da Parker (PARKER, 2008) disponível no Laboratório de Automação Industrial do Centro de Engenharias da UFPEL. O SHCF é composto

por uma válvula de pressão proporcional e uma placa eletrônica que envia sinais de tensão proporcional para válvula de pressão de acordo com a força desejada no atuador linear. De acordo com Pacheco & Porciúncula (2016) a válvula de pressão proporcional, deste módulo didático, foi dimensionada para uma vazão de trabalho de no máximo 2,5 l/min. Desta forma foi utilizado uma válvula reguladora e um medidor de vazão para controlar nos ensaios em 2 l/min. A Figura 1a mostra o circuito do SHCF, e a Figura 1b mostra o experimento montado na bancada com os seguintes componentes: 1. Atuador hidráulico linear, 2. Válvula proporcional de controle de pressão, 3. Válvula reguladora de vazão, 4. Sistema de medição de vazão, pressão e temperatura, 5. Válvula de controle direcional acionada por alavanca, 6. Manômetro, 12. Fonte elétrica, 13. Placa eletrônica. Além desses, contou com a Unidade de Potência Hidráulica da bancada, conforme Figura 1a.



(a)



(b)

Figura 1 - (a) Circuito Hidráulico do SHCF (PACHECO; PORCIÚNCULA, 2016)
(b) Módulo didático do SHCF montado na bancada (Autor)

Nesse experimento, foi utilizada a placa eletrônica, modelo ED104 da PARKER, que controla a válvula proporcional de controle de pressão (VCP). Esta válvula controla a pressão no atuador linear de acordo com a corrente elétrica enviada pela placa eletrônica. Os valores inseridos na placa, pelo usuário via Interface Homem Máquina (IHM) é por porcentagem, o que define a corrente enviada para a VCP. Ao calibrar as correntes de trabalho, ficou definido como 12% de corrente mínima e 60% de corrente máxima, procedimento necessário para que a válvula atue corretamente e proporcione a faixa desejada de controle de pressão. Após a calibração, ao aplicar 0% da corrente na VCP, a mesma gerou uma pressão de 2,5 bar, posteriormente o teste prosseguiu sucessivamente com números inteiros positivos até chegar no seu limite de 100%, que encontrou uma pressão de 56,2 bar no atuador linear.

Para ter melhor compreensão das forças que o atuador iria exercer foram medidas o valor de todas as correntes enviadas para a VCP e todas as pressões mostradas no manômetro e calculadas, a partir dos parâmetros de projeto, as forças geradas no atuador linear. Após análise e coleta de dados da simulação do experimento na bancada didática, foi realizado um ensaio de teste de força no Laboratório de Materiais de Construção e Técnicas Construtivas do Centro de Engenharias, onde o atuador linear do experimento foi submetido à

prensa de compressão Time Group YAW-200. A figura 2(a) e 2(b) apresenta o experimento sendo realizado.

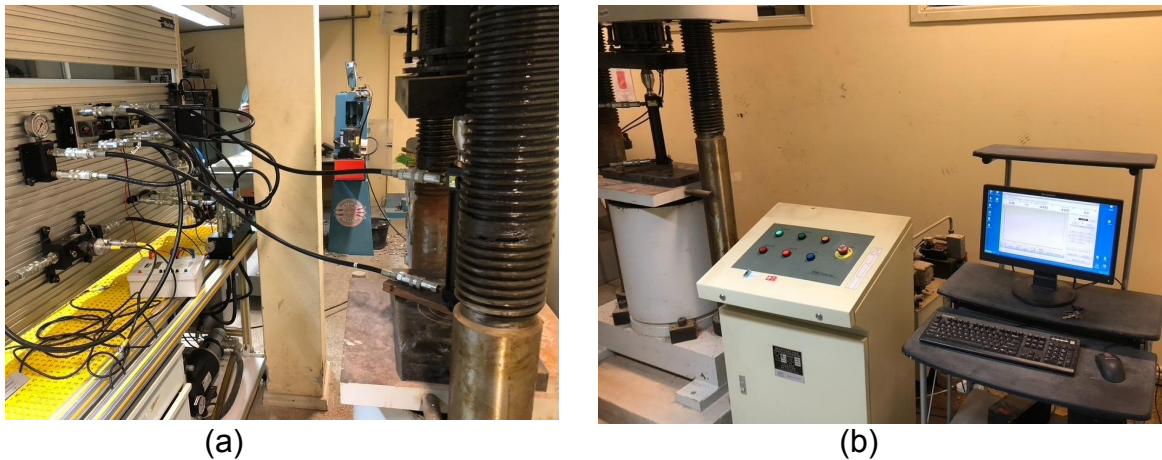


Figura 2 - Ensaio teste de força no atuador linear (a) bancada hidráulica (b) prensa de compressão e controle da célula de carga

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos dados gerados pelos cálculos da força do experimento da bancada e os valores do ensaio medidos na prensa de compressão foi gerado o gráfico da Figura 3 (a), comparando os valores teóricos e do ensaio da força gerada no atuador linear, proporcional à corrente enviada pela placa eletrônica de controle.

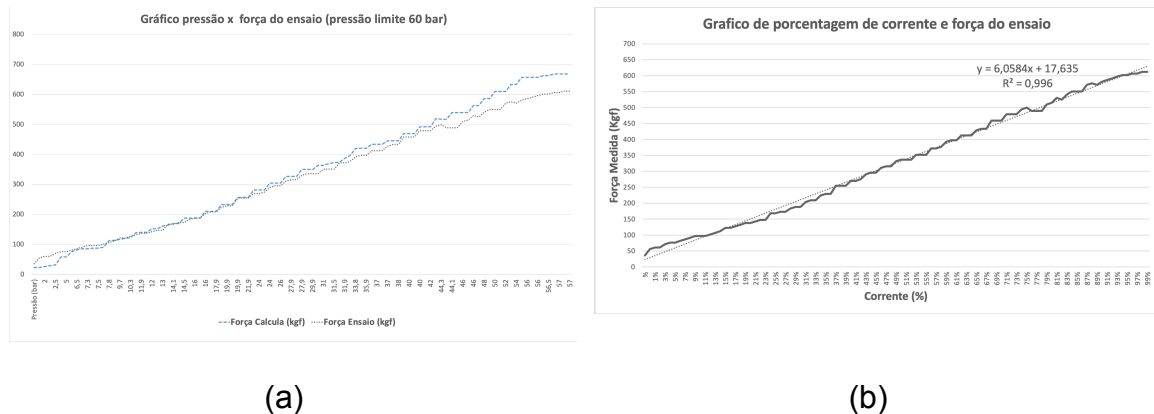


Figura 3 - (a) Gráfico de Pressão e força calculada e força do ensaio (b) Gráfico corrente e força ensaio

No gráfico é possível verificar o erro existente nos dados da força calculada e a força medida no ensaio, no entanto o comportamento das duas curvas tende para valores aproximados. A diferença entre os valores podem ser considerados devido à falta de controle adequado de temperatura do óleo durante os dois experimentos.

A Partir da curva de porcentagem de corrente x força de ensaio, conforme mostrado no gráfico da Figura 3(b) foi gerada uma equação da reta $y = 6,0584x + 17,635$, esta equação representa a curva da força com um coeficiente de correlação de 0,996, ou seja a maioria dos pontos da curva passam pela reta da equação. Para que pudéssemos avaliar valores aleatórios calculados e ensaiados na prensa de compressão foi realizado um segundo ensaio para

verificar a eficiência do experimento. A tabela 1 Mostra os valores calculados e ensaiados para 100, 200, 300, 400, 500 e 600 Kgf

Força (Kgf)	Valor resultante da expressão	Valor arredondado	Força no ensaio (Kgf)
100	13,588	14%	102,0
200	30,089	31%	168,3
300	46,591	47%	300,8
400	63,106	63%	423,2
500	79,656	80%	545,6
600	96,102	96%	606,7

Tabela 1 - Valores de força no atuador linear ensaio 2

No segundo ensaio, observamos que os valores obtidos estavam em geral próximos daqueles calculados. No entanto, em alguns pontos específicos, notamos uma discrepância em relação aos valores previstos. Um exemplo disso pode ser encontrado na segunda linha da Tabela 1. Ao analisar o gráfico apresentado na Figura 3(b), identificamos que, dentro do intervalo de 20% a 40%, a curva da força se afasta da reta de tendência. Isso, por sua vez, pode explicar em parte essa discrepância. Outro fator que pode ter contribuído para a diferença entre os valores calculados e os valores obtidos no ensaio é a variação de temperatura do óleo hidráulico entre os dois ensaios.

4. CONCLUSÕES

Com base na análise do sistema, pode-se concluir que a tecnologia de hidráulica proporcional é adequada para o controle de força, uma vez que proporciona resultados precisos e confiáveis. Além disso, essa tecnologia desempenha um papel significativo na agricultura de precisão, tornando as atividades agrícolas familiares com alto potencial de cultivo e mais acessíveis, pois é segura, requer poucos componentes e oferece flexibilidade.

A hidráulica proporcional é de suma importância, especialmente na era da Indústria 4.0, pois sua capacidade de oferecer diversos tipos de controle permite existir confiabilidade, flexibilidade e simplificação. Isso torna a tecnologia capaz de atender plenamente às demandas do Controle de Força SHCF.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MAAS, S.; ZARBES, A.; Waldmman, D.; WALTERING, M.; Bungard, V & ROECK, G. **Avaliação de danos em estruturas de concreto através de métodos de ensaios dinâmicos. Parte 1 - Exames laboratoriais.** Rev. Engenharia de Estruturas, v.34,p.351-362,2012.

JUNYING, T. & JIANHAI, H. **Pesquisa sobre modelo de elementos de extensão em sistema hidráulico**, Conferência Internacional sobre Mecatrônica e Automação, p.1583-1588, 2009

Tecnologia Eletrohidráulica Industrial – Apostila M1003-1 BR - www.parker.com/br

PACHECO, M. M. ; SILVEIRA, L. T.; ALEX MARTINS GOUVÊA, A. M.; BARRIENTOS, S. B. ; NUNES, E. T. ; PORCIÚNCULA, G. S. **Laboratório didático como base de apoio aos trabalhos de formação em engenharia**, II Congresso de ensino de graduação UFPEL, 2016.