

# SISTEMA HIDRÁULICO COM CONTROLE DE FORÇA: SIMULAÇÃO DE UMA PRENSA HIDRÁULICA EM LABORATÓRIO

MONICA MOURA PACHECO<sup>1</sup>; GILSON SIMÕES PORCIÚNCULA<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Pelotas – [monicamp3@hotmail.com](mailto:monicamp3@hotmail.com)

<sup>2</sup> Universidade Federal de Pelotas – [gilson.porciuncula@gmail.com](mailto:gilson.porciuncula@gmail.com)

## 1. INTRODUÇÃO

A automação de sistemas têm se tornado uma tendência cada vez maior nas últimas décadas. Estes sistemas estão presentes na execução de tarefas que demandam o posicionamento de ferramentas, objetos ou materiais. Os sistemas de atuação destes sistemas podem ser elétricos, hidráulicos ou pneumáticos.

O sistema hidráulico pode ser entendido como um conjunto de elementos físicos associados que utilizam um fluido hidráulico como meio de transferência de energia, permitindo a transmissão e controle de forças e movimentos (FURST, 2010). Este trabalho tem por objetivo avaliar o desempenho de um Sistema Hidráulico com Controle de Força (SHCF) relacionando-o com a aplicação de uma prensa hidráulica em um sistema de produção.

Um campo específico dos sistemas hidráulicos é a Hidráulica Proporcional, que controla os parâmetros de vazão e pressão, possibilitando assim o controle de posição, velocidade e força dos atuadores dos sistemas. Ela associa a simplificação à flexibilidade do controle eletrônico dos sistemas em função da redução do número de componentes. Esta integração garante exatidão no controle das variáveis pressão e vazão, pois a corrente elétrica aplicada gera uma resposta proporcional de pressão ou vazão (PARKER, 2008).

Para entender a hidráulica é necessário conhecer alguns conceitos, como a Lei de Pascal. Ela afirma que a pressão exercida em um ponto qualquer de um líquido estático é a mesma em todas as direções e exerce forças iguais em áreas iguais, considerando um líquido incompressível (PARKER, 2008).

Além da avaliação do desempenho do SHCF, utiliza-se ferramentas para a modelagem de sistemas automáticos. O modelo Rede C/A é uma representação composta de dois elementos básicos: unidades ativas, representadas por retângulos e unidades passivas, representadas por círculos, ambos conectados por arcos direcionados. As unidades passivas são designadas canais, indicando os componentes que dão suporte para que os recursos fluam sem causar modificação no estado destes. Os retângulos representam as agências que correspondem aos locais onde acontecem as atividades, ou seja às operações aplicadas sobre os recursos (DE NEGRI e SANTOS, 2007).

## 2. METODOLOGIA

Este trabalho fundamenta-se nos conceitos de sistemas automáticos, modelagem de sistemas automáticos e sistemas hidráulicos proporcionais. Optou-se pela utilização dos diagramas de circuitos hidráulicos e rede Canal/Agência para fazer a modelagem dos circuitos utilizados nos experimentos.

Para a modelagem do diagrama de circuito hidráulico foi definida a utilização do *software Automation Studio*<sup>TM</sup>. Este possui uma vasta biblioteca que contém todos os componentes necessários para a modelagem, como válvulas, bomba hidráulica, atuadores, entre outros.

Os experimentos foram realizados no laboratório de Automação Industrial do Ceng. Os primeiros experimentos consistem na calibração das placas de acordo com as recomendações do fabricante e observação do comportamento das variáveis. Em seguida é modelado um Sistema Hidráulico com Controle de Força (SHCF) e corpos de prova são comprimidos variando a pressão. Os resultados são registrados na forma gráfica para avaliação.

Para a fase de avaliação do desempenho do SHCF, foi observado o desempenho de parâmetros de um dispositivo didático de hidráulica proporcional em laboratório.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A modelagem funcional do circuito hidráulico do SHCF foi representada de acordo com a norma internacional ISO 1219, Figura 1 (a). Este circuito hidráulico representa a multiplicação de forças por meio de fluido a partir das transformações de energias Elétrica/Hidráulica/Mecânica.

A Figura 1 (b) mostra todo o SHCF modelado em Rede Canal/Agência, onde é possível identificar o Subsistema Energia/Materia, onde acontece a transformação de energia citada anteriormente. Este subsistema é composto por módulos, o Módulo Unidade de Potência, formada pela 11- reservatório, 10- filtro, 9- motor elétrico, 8- bomba hidráulica, 7- válvula redutora de pressão e 6- manômetro, que fornece energia hidráulica para o Módulo de Controle, composto pela 5- válvula direcional, 4- medidor de vazão, 3- válvula reguladora de vazão e 2- válvula de controle de pressão proporcional, que controla a força do Módulo de Atuação, composto pelo 1- atuador. O Subsistema de Informação é composto pelo Módulo Processamento de Informação, onde se encontra a Placa de 1 Canal e o Sistema de Controle Eletrônico da válvula de Controle de pressão proporcional.

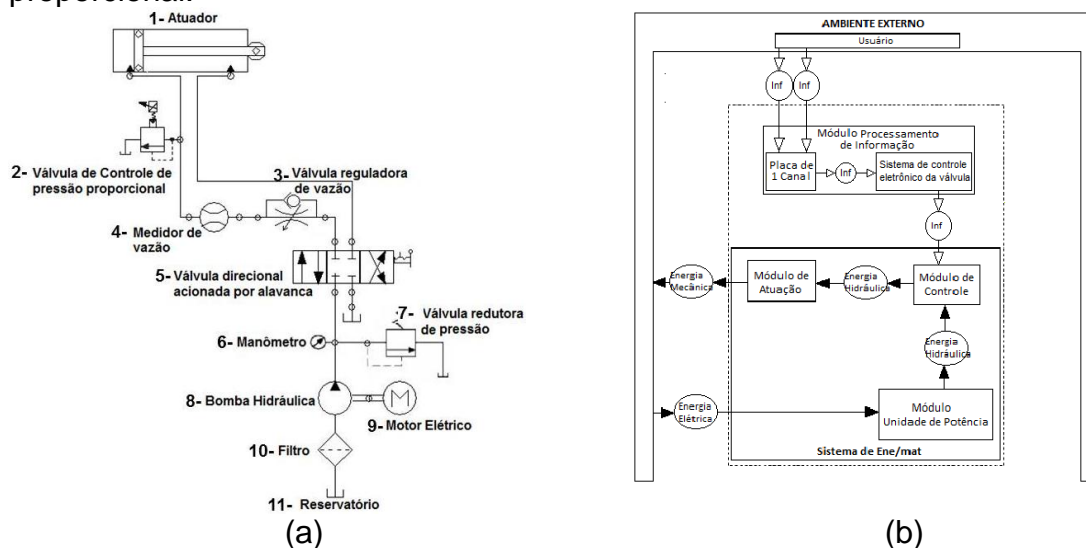


Figura 1 – (a) Circuito Hidráulico do SHCF (b) Modelo Rede Canal/Agência do SHCF

O usuário configura a pressão desejada no sistema e essa informação é enviada para a Placa de 1 Canal que transforma em sinal de tensão e envia para o sistema de controle eletrônico da válvula de pressão proporcional. Este interpreta o sinal recebido e controla a pressão enviada para o módulo de atuação, que entrega energia mecânica ao ambiente externo.

O experimento tomou como base a Lei de Pascal. Logo, força e pressão são diretamente proporcionais e mantendo-se a área constante é possível alterar a força variando a pressão aplicada no circuito hidráulico. O SHCF foi modelado e implementado na bancada didática do Laboratório de Automação Industrial conforme mostrado na Figura 2, a identificação dos componentes está de acordo com a numeração da Figura 1(a).

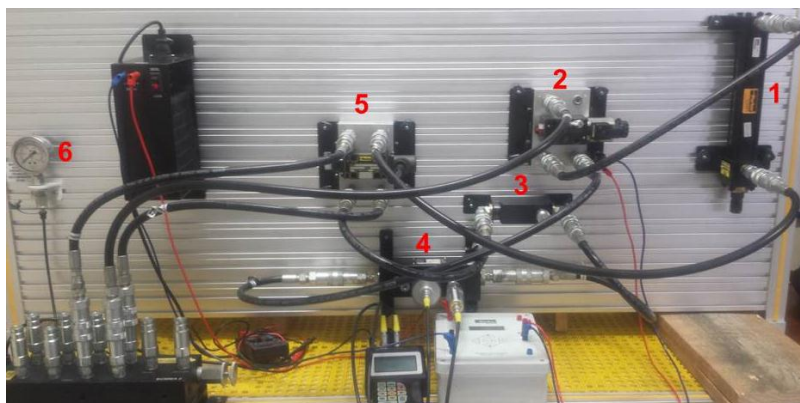


Figura 2 - Circuito SHCF montado na bancada didática

Os experimentos iniciaram com a calibração da Placa de 1 Canal, que faz o controle da pressão do sistema conforme a corrente determinada pelo usuário. A calibração foi realizada para eliminar as tensões que não provocam alterações no sistema. A medição das variáveis foi realizada utilizando um manômetro e um sistema eletrônico de medição de pressão, vazão e temperatura. A calibragem obteve os pontos 25% e 50% como medidas inferior e superior.

O sistema foi colocado em funcionamento ligado com a mínima vazão fornecida pela bomba, o que resultou num circuito lento e difícil de avaliar. Então o circuito foi conectado na linha que fornece a vazão máxima da bomba de 6 LPM, contudo a válvula proporcional trabalha com uma vazão máxima de 2,5 LPM. Uma válvula reguladora de vazão foi utilizada para regular a vazão no máximo de trabalho da válvula proporcional. Essa mudança exigiu uma nova calibragem, que resultou nos pontos 12% e 60%. A Figura 3 (a) e (b) mostra o comportamento das variáveis durante e após a calibração da válvula.

Pela Figura 3(b) é perceptível que o comportamento da pressão após a calibragem é proporcional a corrente aplicada no solenoide da válvula. O SHCF foi colocado em funcionamento comprimindo corpos de prova, feitos da madeira Pinus, de volume 172 cm<sup>3</sup> variando a pressão aplicada sobre a madeira. Os resultados obtidos estão representados na Figura 4.

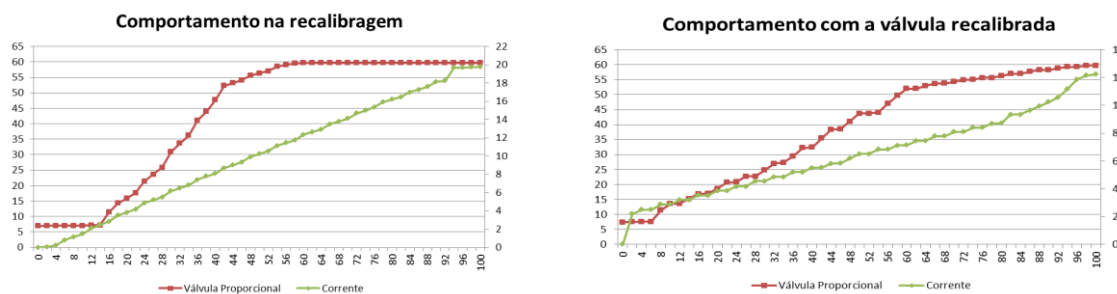


Figura 3 – (a) Variáveis pressão e corrente no processo de recalibração (b) Variáveis pressão e corrente na válvula recalibrada.

Analisando a Figura 4(a) e (b) é observável que à medida que a pressão aumenta o atuador exerce uma maior força de compressão nos corpos de prova.

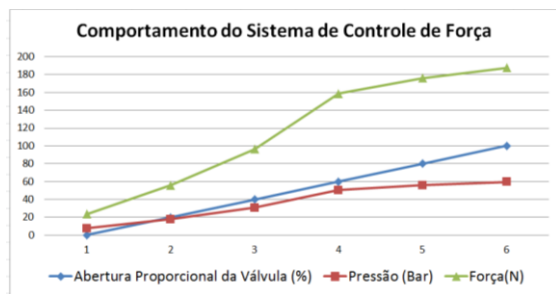


Figura 4 – (a) Gráfico do comportamento do SHCF (b) Corpos de prova de madeira com diferentes intensidades da força aplicada pelo Atuador Hidráulico.

Aplicando uma corrente de 0%, correspondente a uma pressão de cerca de 7 bar, a compressão resultou numa marca muito suave na superfície do corpo de prova. Com uma corrente de 20%, pressão por volta de 17 bar, o corpo de prova apresentou uma deformação superficial caracterizada pela marcação do perfil do pistão na superfície da madeira. Utilizando uma corrente de 40%, pressão de aproximadamente 30 bar, o corpo de prova apresentou uma compressão na superfície da madeira e o surgimento de trincas ao redor da zona comprimida. Aplicando um corrente de 40%, pressão de cerca de 50 bar, o corpo de prova foi comprimido e rompeu a camada mais superficial da madeira, criando uma depressão de aproximadamente 6 mm de profundidade. Com uma corrente de 80%, pressão em torno de 56 bar, a compressão criou uma depressão de aproximadamente 8 mm de profundidade. Por fim com uma corrente de 100%, pressão em torno de 59 bar, o corpo de prova foi comprimido criando uma depressão de cerca de 10 mm de profundidade.

A tecnologia da hidráulica proporcional apresentou um perfil de aplicação da força linear e um bom controle na variação da pressão e força. Esse perfil linear pode ser útil para conformações de precisão gerando pequenas variações e gerando produtos com as mais variadas espessuras utilizando a mesma prensa.

#### 4. CONCLUSÕES

A tecnologia hidráulica proporcional é muito útil para aplicações que requerem controle de pressão ou força. Ela permite obter uma otimização do perfil da força aplicada com sua implementação. A prensa hidráulica é apenas uma das funções que ela pode atender. Entretanto, antes de se implementar modificações nos processos de conformação mecânica, é interessante estudar as características dos materiais e o comportamento das curvas de escoamento em função das variáveis de processo.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DE NEGRI, V.L.; SANTOS, E.A.P.. Projeto de sistemas de automação da manufatura. In: AGUIRRE, Luis Antonio et al. Enciclopédia de Automática: Controle e Automação. Vol. 1, São Paulo: Bluncher, 2007. cap.15, p.382-417.
- FURST, Fernando Luiz. Sistematização do projeto preliminar de circuitos hidráulicos com controle de posição. Dissertação de mestrado em Engenharia Mecânica. Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, RS, 2003.
- PARKER. Hidráulica industrial. Apostila M 2001-2. Elyria, 2008, 233p.