



ANÁLISE DE UM CIRCUITO HIDRÁULICO DE UMA PRENSA VIRADEIRA

Bruna Karine Dos Santos (FAHOR) bs001340@fahor.com.br

Cleber Santos De Moura (FAHOR) cm001343@fahor.com.br

Carla Beatriz Spohr (FAHOR) spohrcarlab@fahor.com.br

Resumo

Este trabalho apresenta a revisão da literatura com objetivo de englobar o Princípio de Pascal, contaminações em sistemas hidráulicos, seleção de um fluido hidráulico. O Princípio de Pascal, diz que “Uma pressão aplicada a um fluido confinado é transmitida sem redução a todas às paredes do fluido as partes do recipiente que a contém”. A contaminação em sistemas hidráulicos interfere na transmissão de energia, nesta condição, a ação das válvulas é imprevisível, improdutiva, e também insegura. Os fluidos hidráulicos constituem o meio para transferência de energia em qualquer sistema hidráulico e devem ser compatíveis com os componentes do sistema. A seleção de um fluido hidráulico para determinado sistema deve basear-se no conhecimento do tipo de bomba, nas condições de funcionamento, características operacionais, do projeto e de aplicação do sistema. Devido às condições ambientais, operacionais e de manutenção deve-se adequar o fluido para obter um maior rendimento do sistema.

Palavras-chave: Princípio de Pascal, fluidos hidráulicos, falhas em equipamentos hidráulicos.

1. Introdução

O objetivo deste artigo é abordar os aspectos conceituais, e metodológicos com vistas ao estudo de caso, realizado em uma máquina prensa viradeira de uma empresa metal mecânica do município de Horizontina.

Nos tempos atuais as empresas estão inseridas em um mercado competitivo, e complexo, por isso há necessidade de fazer o produto conforme as especificações para evitar não conformidades e a empresa seja competitiva.

Justifica-se o presente trabalho, pela contribuição com a formação do profissional de engenharia, e utilização do “Princípio de Pascal” para construir uma análise da situação em que a máquina prensa viradeira não realiza a dobra conforme as especificações.



2. Revisão da Literatura

2.1 Princípio de Pascal

Ao referir-se sobre um fluido confinado, Linsingen (2003), diz que o mesmo está sujeito além da pressão produzida pelo seu próprio peso, a pressão adicional devida à aplicação de força externa, isto é, a pressão num ponto é o somatório das pressões da coluna líquida e da força aplicada sobre uma área. Outro aspecto levantado por Linsingen (2003) é referente aos sistemas hidráulicos, às pressões devidas às forças externas são maiores do que as geradas pelo próprio peso do fluido, além disso, as variações locais de nível são desprezíveis, podendo se admitir, que a pressão é a mesma em todos os pontos de um circuito, desde que o fluido não esteja em movimento.

Hallyday, Resnick e Krane (1996) enunciam o Princípio de Pascal: “Uma pressão aplicada a um fluido confinado é transmitidas sem redução a todas as paredes do fluido as partes do recipiente que a contém”.

Outro aspecto levantado por estes mesmos autores é referente à demonstração do princípio de pascal na figura 1 em fluidos incompressíveis, em um pistão que contém fluido incompressível aplicando uma força externa no pistão este terá um aumento de pressão no seu interior. No caso de um fluido em um cilindro dotado de um pistão móvel a pressão em qualquer ponto P deve-se não apenas ao peso do fluido acima do nível P, mas também a força exercida pelo pistão.

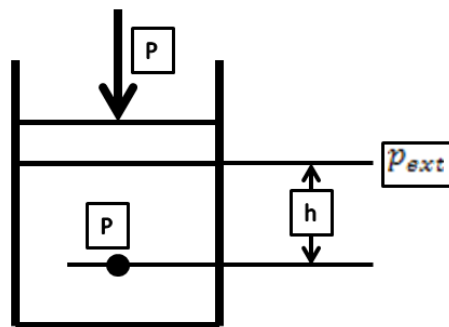


Figura 1. Fluido em um cilindro.

Se o líquido utilizado tem densidade ρ , então podemos determinar a pressão em um ponto arbitrário pela eq. (1).

$$P = p_{ext} + \rho gh \quad (1)$$

A utilização prática do Princípio de Pascal pode ser exemplificada por meio do princípio da prensa hidrostática, destinada à transmissão e multiplicação de forças, conforme a figura 2 (Linsingen, 2003).



2ª SEMANA INTERNACIONAL DAS ENGENHARIAS DA FAHOR

Horizontina - RS - Brasil
22 a 26 de Outubro de 2012

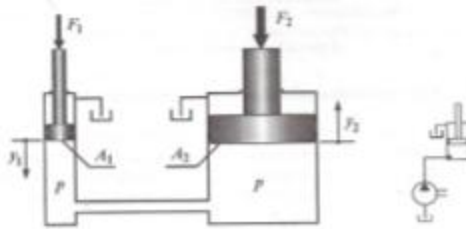


Figura 2 - Princípio da prensa hidrostática. Fonte: Linsingen (2003).

Linsingen (2003) salienta que, a relação de forças é determinada pela razão de áreas dos pistões:

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \quad \text{ou} \quad F_2 = \frac{A_2}{A_1} \times F_1$$

2.2 Contaminações em sistemas hidráulicos

PARKER (1999), afirma que a contaminação interfere na transmissão de energia vedando pequenos orifícios nos componentes hidráulicos. Nesta condição, a ação das válvulas é imprevisível, improdutiva, e também insegura. Devido à viscosidade, atrito e mudanças de direção, o fluido hidráulico gera calor durante a operação do sistema, quando o mesmo retorna ao reservatório, transfere calor às suas paredes, as partículas contaminantes interferem no esfriamento do líquido. Provavelmente, o maior problema com a contaminação num sistema hidráulico é que ela interfere na lubrificação. Pois a falta de lubrificação causa desgaste excessivo, resposta lenta, operações não sequenciadas, queima da bobina do solenóide e falha prematura dos componentes.

Os modernos sistemas hidráulicos de máquinas operatrizes motivam uma nova demanda a os laboratórios de óleo. A detecção e medida quantitativa de matéria em partículas do lubrificante é um parâmetro determinante e sendo recomenda-se a periódica análise e contagem de partículas do óleo nos programas de manutenção preventiva. Há diversos meios de fazer a contagem de partículas em óleo lubrificantes sendo por princípio de medida ou é fotométrico ou baseado na resistividade elétrica durante a passagem elétrica por um orifício. A figura 3 mostra um contador de partícula, os resultados por ele fornecidos estão normalizados (NEUPOMUCENO, 1989).



Figura 3 - Aparelho de contagem de partículas. Fonte: Neupomuceno (1989).

A norma NAS 1638 é uma das normas determina o parâmetro de partículas admissíveis em sistemas hidráulicos sendo que cada fabricante enquadra o lubrificante na classe necessária para operação de seu equipamento Figura 4 sendo estes valores relacionados a um volume de 100 ml de óleo. (HDA, 2008)

		CLASSES NAS 1638													
MICRAGEM	00	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
5 à 15	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000	16.000	32.000	64.000	128.000	256.000	512.000	1.024.000	
15 à 25	22	44	89	178	356	712	1.425	2.850	5.700	11.400	22.800	45.600	91.200	182.400	
25 à 50	4	8	16	32	63	126	253	506	1.012	2.025	4.050	8.100	16.200	32.400	
50 à 100	1	2	3	6	11	22	45	90	180	360	720	1.440	2.880	5.760	
Acima de 100	0	0	1	1	2	4	8	16	32	64	128	256	512	1.024	

Figura 4 - Classes NAS 1638. Fonte: HDA, (2008).

Para que os sistemas hidráulicos e de lubrificação operem de modo confiável é imprescindível que o fluido de trabalho esteja em perfeitas condições. Cerca de 70 a 80% das falhas dos sistemas hidráulicos são causadas por uma contaminação muito alta do fluido de trabalho, porém existe um reaparecimento da contaminação devido a partículas sólidas. Elas são responsáveis pelo desgaste e pela quebra dos componentes, mas também são responsáveis pela falha do sistema. Se este estado de contaminação for sistematicamente controlado, pode ser atingido um aumento substancial na confiabilidade, vida útil e economia de uma instalação, tomando-se providências específicas no cuidado com o óleo (VIEIRA et al, 2007).

2.3 Fluidos

Linsingen (2003), afirma que:

Os fluidos hidráulicos constituem o meio para transferência de energia em qualquer sistema hidráulico, devendo possuir características que se coadunem com as dos componentes de sistemas, e que favoreçam a operação adequada destes sob diversas circunstanciais, tais como em ambientes agressivos ou sujeitos a elevadas variações de temperatura, ou ainda em aplicações de sistemas que requeiram elevadas e rápidas variações de pressões.

Linsingen (2003) considera que os fluidos utilizados em sistemas hidráulicos são basicamente os derivados do petróleo e os que podem ser enquadrados na categoria de fluidos especiais. Cabe citar o trabalho de Casteletti, onde destaca algumas funções de fluido hidráulico:

➤ **Funções do fluido hidráulico:**

Transmitir eficiência a potência que lhe é fornecida; lubrificar peças móveis; vedar folga entre as peças móveis; resfriar ou dissipar calor e limpar o sistema.

2.4 Fluido hidráulico para acionamento de máquinas

Óleos minerais

Vale notar a contribuição de Rosa (2009), que diz respeito do óleo mineral derivado do petróleo, é o fluido mais utilizado em sistemas hidráulicos. A seguir são destacadas algumas propriedades, podendo ser usados nos mais diversos tipos de sistemas, e nas mais exigentes condições operacionais. Apresenta as seguintes características:

- É compatível com todos os elementos usados no sistema; possui características de viscosidade que satisfaz as exigências da bomba e de todos os componentes do sistema; tem boas características lubrificante suportando altas cargas e evitando o desgaste das partes móveis; protege os componentes contra corrosão e ferrugem; são de baixo custo; são resistentes à formação de espuma e à absorção de ar, separando-se com facilidade da água.

Outro aspecto levantado por Rosa (2009), a faixa de viscosidade de um óleo hidráulico esta situada, geralmente, entre 10 e 100 cst (referência a 40°C). Seu ponto de combustão varia entre 220 e 240°C, e possui ponto de fluidez em torno de -10°C, podendo chegar a -25 °C, se aditivado. Os principais aditivos nos óleos hidráulicos, que melhoram as propriedades dos óleos são:

- Antioxidantes: retardam a oxidação, aumentando a vida útil do fluido;
- Antiespumantes: proporcionam a desaeração mais rápida. A entrada de ar no sistema por falta de óleo ou por problemas de vedações irá originar formação de espuma, provocando cavitação e funcionamento irregular do sistema.
- Antidesgaste: melhoram a performance do óleo, reduzindo o desgaste nas bombas hidráulicas em até 95%.
- Melhoradores do Índice de Viscosidade: elevam o IV do óleo.

Linsingen (2003) identifica que praticamente todos os fabricantes de derivados de petróleo produzem uma grande variedade de óleos, desde o refinado puro até os fluidos com formulação complexa, para as diversas aplicações dos sistemas hidráulicos. Os tipos de óleos hidráulicos, com ou sem aditivação são classificados segundo a norma ISO 6743/ parte 4, e AFNOR NF 48-602, da seguinte maneira:

- HH - Óleos minerais refinados não inibidos (sem aditivos);
- HL - Óleos minerais refinados com aditivos antiferrugem e antioxidante;
- HM - Óleos do tipo HL, com aditivos antidesgaste;



2ª SEMANA INTERNACIONAL DAS ENGENHARIAS DA FAHOR

Horizontina - RS - Brasil
22 a 26 de Outubro de 2012



- HR - Óleos do tipo HL, com ampliadores do índice de viscosidade;
- HV - Óleos do tipo HM, com ampliadores do índice de viscosidade;
- HG - Óleos do tipo HM, possuindo propriedade antiaderentes;
- HS - Fluidos sintéticos que não possuem propriedades de resistência à combustão.

Valle, Torricelli e Contadini ([s.d.]), considera que os óleos minerais devem ser adicionados aditivos químicos que permitem adapta-los para utilização em condições especiais de serviço, assegurando um melhor desempenho ao sistema hidráulico. Os principais tipos de óleos hidráulicos minerais são:

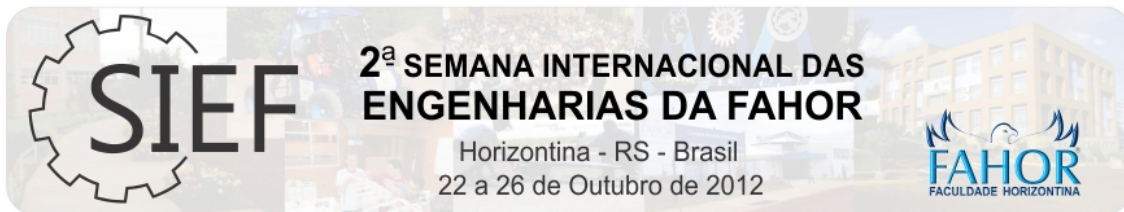
- Óleos não Aditivados: Devido a seu menor custo, são normalmente usados em sistemas onde existem grandes perdas de óleo, em serviços em baixas pressões e onde não exista severidade ou responsabilidade na operação. A desvantagem é um maior índice de desgaste em comparação com os óleos aditivados e uma maior oxidação quando sujeitos às altas temperaturas.
- Óleos aditivados: São os tipos de fluidos hidráulicos mais utilizados. Apresentam um custo maior que os óleos não aditivados, pois possuem aditivos antiferrugem, antioxidante, antiespumante, antidesgaste e demulsificante. Em alguns tipos, utilizam-se aditivos abaixadores de pontos de fluidez, a fim de melhorar o índice de viscosidade.

2.5 Seleção de um fluido hidráulico

Valle, Torricelli e Contadini ([s.d.]), afirmam que a seleção de um fluido hidráulico para determinado sistema deve se basear no conhecimento do tipo de bomba, nas condições de funcionamento, características operacionais, do projeto e de aplicação do sistema. Normalmente, os fabricantes da unidade hidráulica já determinam o tipo de fluido que deve ser utilizado, porém muitas vezes, devido às condições ambientais, operacionais e de manutenção deve-se adequar o fluido para obter um maior rendimento do sistema. Os principais requisitos que um fluido hidráulico deve possuir são:

- Ter a mínima variação da viscosidade com a temperatura; proteger as superfícies metálicas contra a corrosão e a ferrugem; lubrificar e proteger contra o desgaste as partes em movimento; não reagir com os materiais do sistema; ter alto coeficiente de transferência de calor; separar-se com facilidade da água; liberar o ar absorvido rapidamente; não ser tóxico ou poluente.

A consideração básica na seleção de um fluido hidráulico é a qualidade que deve manter-se por um longo período em serviço e possuir característica que reduzam a manutenção e aumentem a performance do sistema. Sendo fundamental nas instalações críticas e de alta confiabilidade; em instalações não críticas e onde existam grandes perdas, a utilização de um fluido mais



econômico, pode ser a escolha mais adequada (VALLE, TORRICELLI E CONTADINI, [s.d.]).

MECATRÔNICA (2006) enfatiza que a seleção do fluido hidráulico adequado é importante, e tem influência direta na eficiência do sistema hidráulico, no custo de manutenção, e na vida útil dos componentes do sistema.

Branco (2010), afirma que há duas considerações preliminares - o grau de viscosidade e o tipo de óleo hidráulico. Estas especificações são normalmente determinadas pelo tipo de bomba hidráulica utilizada no sistema, temperatura e pressão de operação do sistema. Outros itens a serem levados em conta são: propriedades do tipo de óleo de base, a qualidade do lubrificante e o seu desempenho de modo geral. Alguns requisitos de um sistema para esses itens podem variar drasticamente com base no ambiente operacional, no tipo de máquina para a qual o fluido lubrificante é utilizado e outras variáveis.

Outro aspecto levantado por Branco (2010) é o tipo de bomba hidráulica e os requisitos de viscosidade. As bombas de engrenagens operam através da pressurização do fluido entre o volume de ar aprisionado por um conjunto de dentes de engrenagens e a parede interior da caixa de velocidades, ocorrendo, em seguida, a expulsão do líquido. Os dois principais tipos de bombas de engrenagens são internos e externos. Os modelos de bombas de engrenagem interna oferecem uma ampla taxa de viscosidade, a maior delas pode chegar até 2.200 cSt. Este tipo de bomba oferece um bom desempenho e operação silenciosa, e pode produzir pressões de 3.000 a 3.500 psi. As bombas de engrenagem externa são menos eficientes, mas têm algumas vantagens. Eles oferecem facilidade de manutenção, fluxo constante, e são menos caras na reparação. Tal como acontece com a bomba de engrenagem interna, estas bombas podem produzir pressões que variam de 3.000 a 3.500 psi, mas a sua faixa de viscosidade é limitada a 300 cSt

3. Métodos e Técnicas

Para realizar a medição da pressão no circuito hidráulico da máquina prensa viradeira, utilizou-se um manômetro de 0 a 400 bar, com leitura mínima de um bar. Para auxiliar na identificação do problema de não concluir a dobra de algumas peças, montou-se um diagrama de identificação da causa da avaria.

Analisou-se o circuito e com o princípio de Pascal calculou-se a força que a máquina calculava e a força que a máquina disponibilizava no circuito, através da expressão matemática de Linsingen (2003).

4. Resultados e discussões

No estudo de caso de uma prensa viradeira, a mesma não está executando sua função corretamente, porque quando é necessário dobrar peças que necessitam força superior a 1045kN a máquina não conclui a dobra gerando não conformidade das peças.

Na análise do problema montou-se um diagrama para identificação da causa do problema, conforme a figura 5.

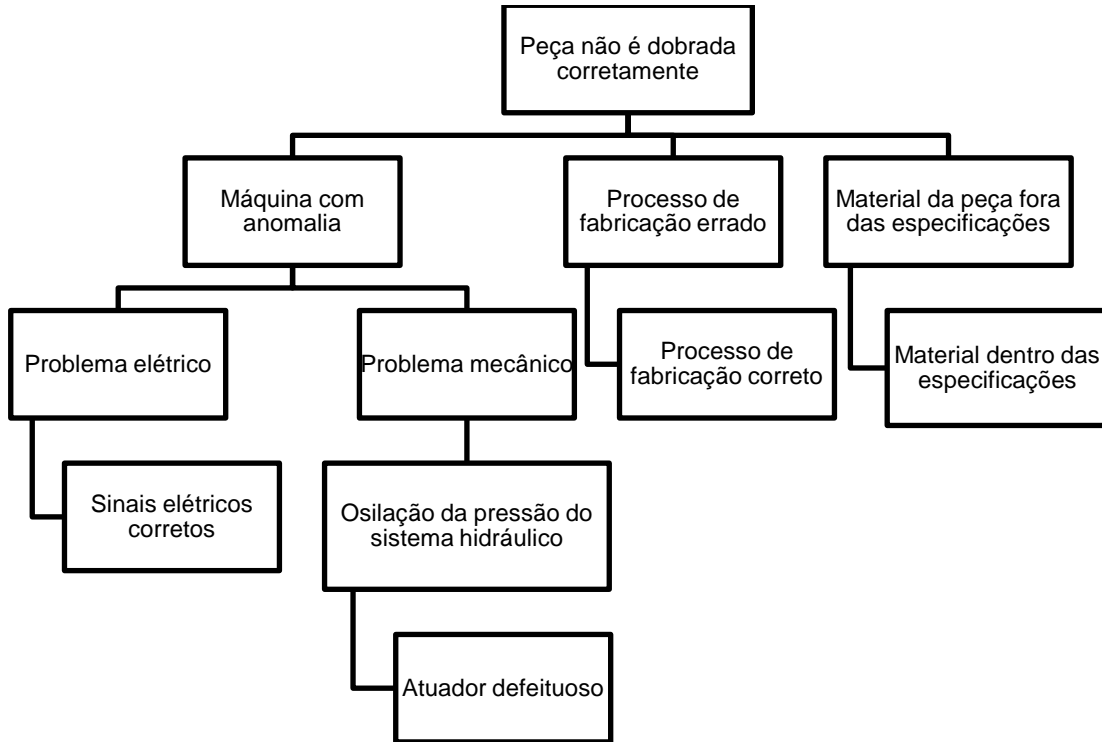


Figura 5 - Diagrama de identificação da causa.

Após a identificação da causa do problema, em um atuador hidráulico analisou-se o circuito hidráulico, figura 6, para localização do componente defeituoso. Usando-se o Princípio de Pascal, e os dados da máquina e também a tabela 1 para localização do problema.

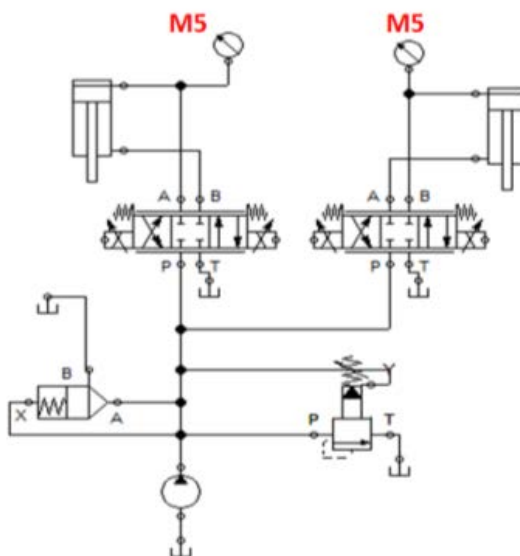


Figura 6 - Esquema do circuito hidráulico.

A figura 6 representa o circuito hidráulico, sendo nos pontos M5, mediu-se a pressão da máquina prensa viradeira com um manômetro.

Pressão (bar)	Força (KN)
323	1300

Tabela 1 - Valor calculado pela máquina.

Toda via precisa haver uma conferência destes valores da tabela 1, então se verificou com um manômetro instalado, no ponto M5 da figura 6, do circuito hidráulico. Medindo-se a pressão real, que o sistema alcança com as configurações da máquina para pressão máxima (tabela 2), e pelo Princípio de Pascal calculou-se a força.

Pressão (bar)	Força (KN)
260	1045

Tabela 2 - Valor real do circuito hidráulico.

Com os resultados encontrados na tabela 2 confirmou-se que a pressão do circuito hidráulico esta abaixo do calculado pela máquina e pela equação 2. Calcula-se a força em um cilindro hidráulico, sendo que a máquina possui dois cilindros, assim o resultado encontrado será conforme a eq.3.

$$F = P.A \quad (2)$$

$$F = 2P.\pi.R^2 \quad (3)$$

A figura 7 representa o gráfico dos valores programados pela máquina, enquanto a figura 8 mostra os valores reais de força em função da pressão. A figura 8 são valores calculados, usando leitura de pressão do manômetro instalado no ponto M5 do circuito hidráulico e a equação 3, verifica-se que a força da prensa não chega ao valor programado pela máquina estabilizando em 1045 KN.

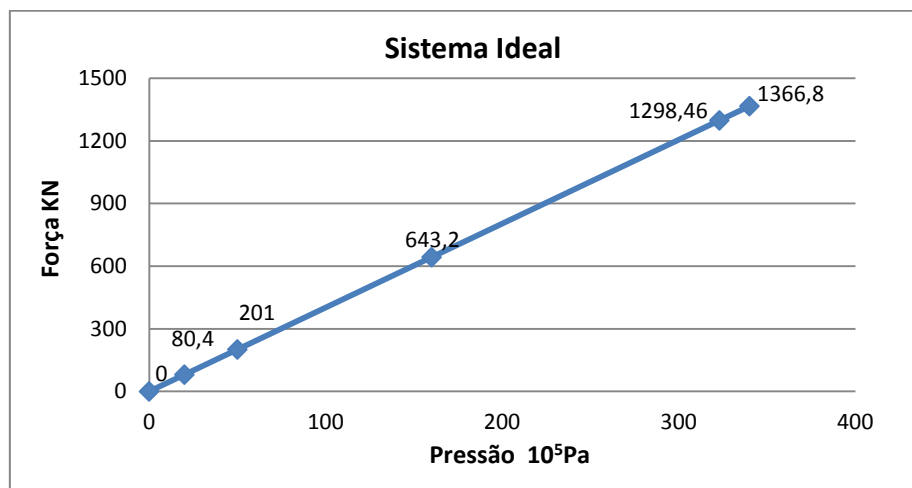


Figura 7 - Sistema ideal da prensa viradeira.



2ª SEMANA INTERNACIONAL DAS ENGENHARIAS DA FAHOR

Horizontina - RS - Brasil
22 a 26 de Outubro de 2012

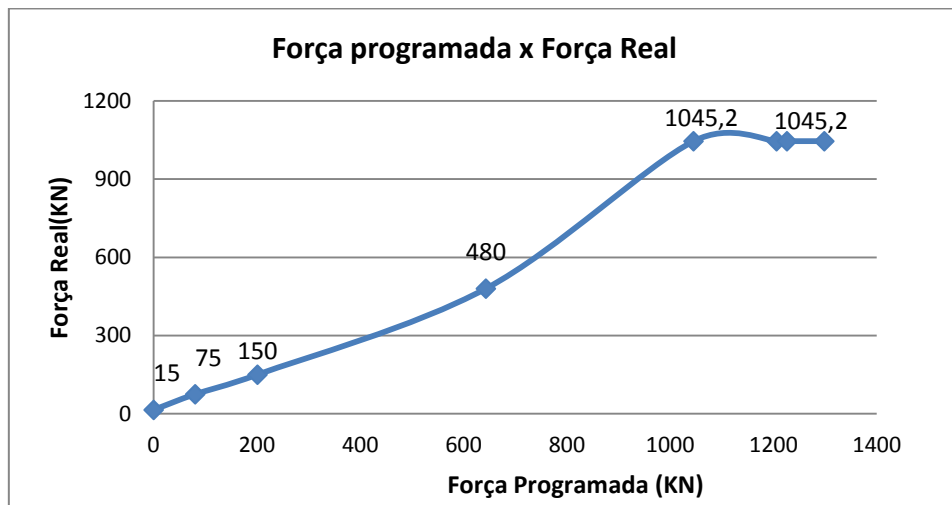


Figura 8 - Força Real x Força Programada da Máquina Prensa Viradeira.

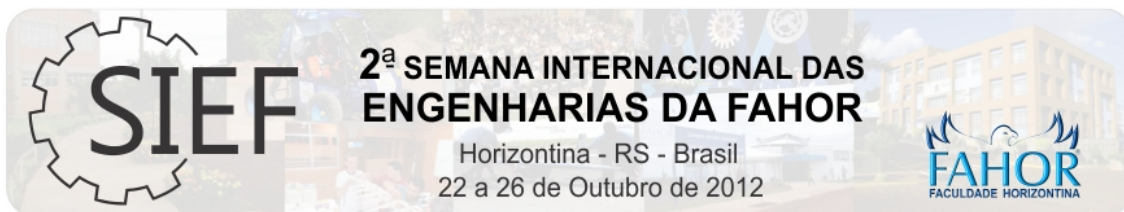
Identificou-se que o atuador do sistema hidráulico está com vazamento, com o atuador trabalhando nessa condição permite que o óleo se desvie do circuito, indo direto para o reservatório. Conseqüentemente o óleo não percorre o circuito adequado, assim limita e altera os gráficos de pressão da máquina.

5. Conclusões

Através da revisão bibliográfica, calculou-se as forças em razão da pressão pelo princípio de Pascal e possibilitou-se explicar a influência de contaminantes em circuitos hidráulicos e suas conseqüências. Também a escolha do fluido ideal para um sistema hidráulico de acordo com as características do mesmo e suas influências sobre o circuito hidráulico.

Pela coleta de dados da máquina e usando as equações e conceito da revisão bibliográfica confirma-se que a máquina está com problema de não conseguir realizar as dobras em algumas peças, devido à força realizada da máquina prensa viradeira, estar sempre abaixo da força calculada pela máquina, como mostrado nas tabelas 1 e 2 respectivamente. A força é função da pressão, então se a pressão não aumenta como o programado pela máquina, tem-se vazamento em algum componente do circuito hidráulico, e pelo princípio de Pascal a pressão se distribui em todos os pontos se não houver vazamento.

Com este trabalho foi possível fazer o estudo do problema da prensa viradeira, identificando-se o problema de não conseguir realizar as dobras em algumas peças, com os dados da revisão bibliográfica, uso organograma e equações, então se escolheu a solução mais adequada. Identificou-se que era necessário realizar a troca de uma válvula da máquina para eliminar o vazamento, resolvendo o problema.



Referências

BRANCO, Renata. **Como escolher o lubrificante hidráulico correto.** Disponível em: <<http://www.manutencao.esuprimentos.com.br/conteudo/3220-como-escolher-o-lubrificante-hidraulico-correto/>>, Acesso em: 06 abr. 2012.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; KRANE, Kenneths S. 4. Ed. **Física 2.** Rio de Janeiro: LTC Livros técnicos e científicos Editora S.A, 1996.

HDA. **Acessórios e equipamentos LTDA. Classes de contaminação.** <http://www.hdanet.com.br/HDA%20Classes%20de%20Contamina%C3%A7%C3%A3o.pdf>>, Acesso em: 21 maio de 2012. (Boletim Técnico 001-93)

LISINGEN, Irlan Von. **Fundamentos de Sistemas Hidráulicos.** 2.ed. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2003.

MECATRÔNICA. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/68289712/69/SELECAO-DE-UM-FLUIDO-HIDRAULICO>>. Acesso em: 06 abr. 2012.

NEUPOMUCENO, Lauro Xavier. **Técnicas de manutenção Preventiva.** São Paulo. Edgard Blucher, 1989.

ROSA, Taylor Soares. **Os Componentes dos Sistemas Hidráulicos.** Disponível em: <http://www2.pelotas.ifsul.edu.br/clauidiomachado/Arquivos/AutomacaoIndustrial_Hidraulico>. Acesso em: 15 Abr. 2012

PARKER. **Tecnologia Hidráulica Industrial.** Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAM6QAG/hidraulica>>. Acesso em: 15 Abr. 2012.

VALLE, Lyss; TORRICELLI, Marcelo; CONTADINE, Mauricio A. **Óleos Hidráulicos Automotivos Industriais: Tipos, Classificação e Desempenho.** Disponível em: <http://www.feb.unesp.br/jcandido/manutencao/Grupo_17.pdf>. Acesso em: 01 Abr. 2012.

VIEIRA, Alexandre Drausio et al. **Controle de Contaminação para Fluidos Lubrificantes.** Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2007_TR580442_0292.pdf>. Acesso em 15 Abr. 2012.