



Érico Peixoto

**DIMENSIONAMENTO DE UM SISTEMA HIDRÁULICO PARA
UMA MESA ELEVADORA**

Horizontina

2014

Érico Peixoto

**DIMENSIONAMENTO DE UM SISTEMA HIDRÁULICO PARA UMA
MESA ELEVADORA**

Trabalho Final de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica, pelo Curso de Engenharia Mecânica da Faculdade Horizontina.

ORIENTADOR: Anderson Dal Molin, MsC.

CO-ORIENTADOR: Magnos Andrei Borgmann, Eng.

Horizontina

2014

**FAHOR - FACULDADE HORIZONTINA
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a monografia:

**“DIMENSIONAMENTO DE UM SISTEMA HIDRÁULICO PARA UMA MESA
ELEVADORA”**

Elaborada por:

Érico Peixoto

como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em
Engenharia Mecânica

**Aprovado em: 05/11/2014
Pela Comissão Examinadora**

**MsC. Anderson Dal Molin
Presidente da Comissão Examinadora - Orientador**

**Dr. Fabiano Cassol
FAHOR – Faculdade Horizontina**

**Eng. Magnos Andrei Borgmann
FAHOR – Faculdade Horizontina**

**Horizontina
2014**

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho especialmente às pessoas que amo, minha esposa, minha filha, meus pais e meus irmãos, pelo amor, carinho, incentivo e apoio dedicado em mim no período de desenvolvimento deste trabalho.

AGRADECIMENTO

Agradeço à minha família, em especial a minha esposa Alexandra e minha filha Laura pelo apoio e compreensão em todos os momentos difíceis.

Aos meus pais que estiveram sempre apoiando e incentivando, ao meu Orientador Anderson e meu colega de trabalho e co-orientador Magnos que sempre nos momentos mais complicados estavam do lado para dar o apoio e a orientação necessária.

Enfim, agradeço a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste estudo.

“Quem quer fazer alguma coisa, encontra um meio. Quem não quer fazer nada, encontra uma desculpa.”

Roberto Shinyashiki

RESUMO

A busca da qualidade e produtividade a fim de acompanharem a evolução do mercado e a fazerem frente à concorrência é hoje ainda mais presente nas empresas. Por força disso, surge à necessidade de aquisição e implementação por parte destas empresas de equipamentos que ofereçam maior produtividade, segurança, ergonomia, economia e versatilidade. Em face a demanda específica de de um dispositivo de elevação de cargas que possibilite aperfeiçoar a produtividade e a ergonomia dos operadores, observando formas simples para a fabricação, visouse a elaboração de um equipamento que venha a atender a necessidade das pequenas empresas. A aplicação de um acionamento hidráulico, no que tange à sua disponibilidade e eficiência em relação a força por área e flexibilidade de instalação é abordada no presente trabalho. Para a concretização deste trabalho foram realizadas pesquisas bibliográficas, as quais buscaram embasamento e conhecimento sobre os componentes dos sistemas hidráulicos e o entendimento sobre seu funcionamento, resultando na escrita do problema de engenharia em termos dos requisitos da massa, da carga, da altura de elevação, do tempo de elevação e da pressão do sistema hidráulico. Uma concepção do sistema hidráulico é apresentada e cálculos referentes ao sistema hidráulico são desenvolvidos. A partir dos resultados dos cálculos, o sistema hidráulico é especificado a partir de catálogos de fabricantes e dos componentes disponíveis no mercado. Por fim, conclui-se o dimensionamento do sistema hidráulico para atender a necessidade da empresa.

Palavras-chave: Sistema hidráulico; dimensionamento; elevação.

ABSTRACT

The search for quality and productivity in order to monitor market developments and to make over the competition is now even more present in the companies. Due this, the need arises to purchase and implement by these companies of equipments that provide higher productivity, safety, ergonomics, economy and versatility. Due specific demand for a lifting device that allows to improve productivity and ergonomics for operators, observing simple ways to manufacture, aimed at the elaboration of a device that will meet the necessities of small businesses. The application of a hydraulic drive, with respect to its availability and efficiency relative strength per area and installation flexibility is discussed in this work. To get this work same bibliographic research, which sought background and knowledge about the components of hydraulic systems and the understanding of its operation were performed, resulting in the writing of engineering problem in terms of the requirements of the mass, of the load, the lifting height, rise time and pressure of the hydraulic system. A conception of the hydraulic system is presented and calculations relating to the hydraulic system are developed. From the results of the calculations, the hydraulic circuit is specified from manufacturer catalogs and components available in the market. Finally, we conclude the design of the hydraulic system to meet need of business.

Keywords: Hydraulic system; sizing; elevation.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	4
1.1	JUSTIFICATIVA	4
1.2	OBJETIVOS	5
2	REVISÃO DA LITERATURA	6
2.1	SISTEMAS HIDRÁULICOS	6
2.2	BOMBAS HIDRÁULICAS	6
2.3	VÁVULAS CONTROLADORAS.....	7
2.4	RESERVATÓRIO E FILTRO	7
2.5	FLUÍDO E TUBULAÇÕES	8
2.6	DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA HIDRÁULICO	10
	2.6.1 Cálculo para Dimensionamento do Reservatório	10
	2.6.2 Cálculo para Determinação do Diâmetro do Cilindro	10
	2.6.3 Cálculo para Determinação do Diâmetro Mínimo da Haste	10
3	METODOLOGIA	12
3.1	DESENVOLVIMENTO.....	12
4	APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	13
4.1	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	13
	4.1.1 Cálculo do diâmetro interno mínimo do cilindro (D).....	13
	4.1.2 Cálculo do diâmetro da haste.....	14
	4.1.3 Cálculo da velocidade do cilindro.....	14
	4.1.4 Cálculo da vazão necessária ao sistema	15
	4.1.5 Cálculo da potência hidráulica necessária ao sistema.....	15
	4.1.6 Cálculo do diâmetro da tubulação do sistema.....	15
	4.1.6 Cálculo do volume do reservatório	18
4.2	DETALHAMENTO DO SISTEMA HIDRÁULICO	18
	4.2.1 Escolha do cilindro hidráulico.....	19
	4.2.2 Escolha das válvulas necessárias.....	19
	4.2.3 Escolha da tubulação	20
	4.2.4 Escolha do fluido hidráulico e do filtro	20
	4.2.5 Escolha da unidade Hidráulica.....	20
5	CONCLUSÃO	21
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	22

1 INTRODUÇÃO

Atualmente sabe-se que equipamentos para elevação de cargas podem ser encontrados no mercado, porém, o custo de aquisição é bastante elevado, pois a capacidade de carga dos equipamentos encontrados no mercado é superior a necessidade apresentada por pequenas e médias empresas.

Especificamente nas indústrias do ramo gráfico, o setor de descarte de aparas (sobras de papel), é considerado um dos principais gargalos de produção. A busca de soluções que venham a melhorar a produtividade e qualidade destes gargalos é essencial para a sobrevivência destas empresas.

Conforme Linsingen (2003), sistema hidráulico é um conjunto de elementos físicos convenientemente associados que utilizando um fluido como meio de transferência de energia, permite a transmissão e controle de forças e movimento.

O mesmo autor reforça que os sistemas hidráulicos possuem características que os tornam especialmente recomendados para uma série de aplicações, sendo que para elevação de cargas é muito utilizado.

Este trabalho busca auxiliar qualquer empresa a sanar suas necessidades acerca do problema aqui disposto, a fim de que se utilize de um dispositivo para elevação de cargas que possibilite melhorar a produtividade e a ergonomia dos operadores através da elaboração de um equipamento que atenda a estas necessidades e que tenha um baixo custo, tanto na sua construção quanto na sua manutenção.

1.1 JUSTIFICATIVA

Pensando na redução do custo elevado e de atender a necessidade específica do setor de descarte de aparas, uma vez que os equipamentos disponíveis no mercado encontram-se com capacidades de carga maiores que a necessidade da empresa e com custo bastante elevados em virtude de sua capacidade, busca-se dimensionar um sistema hidráulico que venha melhorar a ergonomia do processo, aumentar a produtividade e que seja capaz de elevar pequenas cargas, que é a necessidade da empresa a elevação de cargas menores, como pallets de papel de no máximo 500 kg, melhorando a ergonomia e a

produtividade. Perante isto a aplicação de um sistema hidráulico foi muito vantajosa, devido a sua disponibilidade e a ótima capacidade de desenvolver grandes forças em pequenos volumes, e flexibilidade de instalação.

Mesas elevadoras são utilizadas para elevação de cargas em diferentes situações, o que torna o trabalho mais ágil, rápido e produtivo, solucionando também problemas de segurança e ergonomia, atendendo assim as necessidades levantadas pela empresa.

Portanto o dimensionamento de um sistema hidráulico para a elevação de cargas torna-se muito vantajoso para empresa, podendo desta forma atender as expectativas de ter um custo mais baixo, aumento de produtividade, segurança e ergonomia.

1.2 OBJETIVOS

Destaca-se como objetivo geral desta pesquisa o dimensionamento de um sistema hidráulico para uma mesa elevadora o qual, através da utilização de elementos encontrados no mercado, pode resultar na aplicação de grandes esforços mecânicos, com capacidade de elevação condizente com a necessidade da empresa. O trabalho levou em conta o uso de processos de fabricação, montagem e, principalmente, formas de construção que tenham baixo custo, simplicidade e, acima de tudo, cheguem aos resultados esperados.

Apresenta-se como objetivos específicos desta pesquisa:

- Coletar os dados necessários ao dimensionamento;
- Pesquisa bibliográfica;
- Dimensionar o Sistema hidráulico;
- Selecionar os componentes a serem dimensionados.

2 REVISÃO DA LITERATURA

A revisão de literatura apresenta um embasamento teórico sobre os sistemas hidráulicos e seus componentes, visando assim um bom conhecimento para dimensionar e construir o mesmo.

2.1 SISTEMAS HIDRÁULICOS

Para Linsingen (2003), um sistema hidráulico é um conjunto de elementos físicos convenientemente associados que, utilizando um fluido como meio de transferência de energia, permite a transmissão e controle de forças e movimentos. O autor reforça que é o meio através do qual uma forma de energia de entrada é convertida e condicionada, tendo como saída energia mecânica.

Conforme Serrano (2007), a maior evolução no controle dos sistemas hidráulicos ocorreu no século passado particularmente na segunda guerra mundial. Assim, este sistema foi evoluindo em diversas áreas como agricultura, transporte, aviação, náutica, máquinas para movimento de terra e máquinas de ensaios de fadiga.

2.2 BOMBAS HIDRÁULICAS

Conforme Linsingen (2003), a conversão de energia em um sistema hidráulico é realizada por meio de bombas hidráulicas, sendo a transformação de energia mecânica para hidráulica que após isso é transmitida para os atuadores onde então é convertida em energia mecânica para a produção de trabalho útil.

De acordo com Palmieri (1994), a bomba de engrenagens é uma bomba que cria uma determinada vazão devido ao constante engrenamento e desengrenamento de duas ou mais rodas dentadas, elas podem ser de movimento unidirecional ou bidirecional. O autor reforça que a grande vantagem apresentada por este tipo de bomba é a sua robustez, possuindo apenas duas peças móveis, suas desvantagens ficam por conta do ruído excessivo, vazão fixa e necessidade de válvula de alívio.

2.3 VÁVULAS CONTROLADORAS

Segundo Palmieri (1994), as válvulas reguladoras de pressão têm por função limitar ou determinar a pressão do sistema hidráulico para a obtenção de uma determinada função do equipamento.

O mesmo autor reafirma que as válvulas reguladoras de pressão servem para controlar a pressão no sistema hidráulico. Elas são conhecidas como: válvulas de alívio e segurança; válvulas de descarga; válvulas de contrabalanço; válvulas de seqüência; válvulas redutoras; válvulas supressoras de choque.

Ainda de acordo com Palmieri(1994), as válvulas de controle direcional são distribuídas em: válvulas direcionais do tipo pistão ou esfera; válvulas direcionais do tipo carretel deslizantes; válvulas direcionais do tipo carretel rotativas.

Segundo Linsingen (2003), a flexibilidade em direcionar o fluido a diferentes pontos do sistema, promover desvios ou interromper o escoamento quando necessário, são as principais características das válvulas de controle direcional.

De acordo com Fialho (2011), são conhecidas também como “distribuidores”. São elas responsáveis pelo direcionamento do fluido dentro do sistema.

Para Linsingen (2003), o controle da vazão pode, em princípio, ser realizado em qualquer parte de um sistema hidráulico, seja nas linhas de transmissão principais para controlar diretamente a velocidade de motores lineares ou rotativos, para controlar ou limitar a vazão para algum componente do sistema, como o controle da velocidade de comutação de válvulas de grande porte ou a velocidade de resposta de bomba de deslocamento variável, seja nos sistemas de controle secundário.

2.4 RESERVATÓRIO E FILTRO

Um reservatório possui várias funções, para Palmieri (1994) a mais evidente delas é servir de depósito para o fluido a ser utilizado pelo sistema, outra importante função é a de fornecer ajuda no resfriamento do fluido e na precipitação das impurezas.

Conforme Fialho (2011), as funções do reservatório são basicamente de armazenamento, resfriamento por condução e convecção. No ponto de vista do dimensionamento, o reservatório parece ser o elemento mais trivial de um circuito

hidráulico, porém, na realidade por não estar sujeito a nenhum critério prévio de unificação pode causar ao projetista algumas dificuldades quanto ao seu dimensionamento e posicionamento de seus elementos e acessórios.

De acordo com Palmieri (1994), uma regra prática de dimensionamento de reservatório e fazer com que o seu volume seja maior a três vezes a vazão da que a alimenta o sistema. O autor reforça que esta regra nem sempre pode ser aplicada, pois em sistemas mais complexos, com muitos cilindros e linha de transmissão grande, devemos estudá-los como se fossem um caso especial, levando sempre em consideração que não podemos ter nem fluido a menos ou a mais.

O mesmo autor reforça que o fluido hidráulico deve estar sempre livre de impurezas, pois do contrário encurtamos a vida útil do sistema hidráulico. O autor reforça que a função do filtro é livrar o fluido dessas impurezas para assegurar o bom funcionamento do circuito.

2.5 FLUÍDO E TUBULAÇÕES

Segundo Palmieri (1994), uma característica de deslocamento dos fluidos em tubulações, é que o fluido sempre irá percorrer o caminho mais fácil. O mesmo autor reforça que é necessário calcularmos o diâmetro teórico da tubulação em relação à vazão da bomba, para em seguida encontrarmos o diâmetro comercial a ser utilizado.

Segundo Linsingen (2003), todo o escoamento de fluidos em tubulações é acompanhado de dissipação de energia, que se dá em relação à função da forma geométrica dos componentes, ao tipo de fluido e à forma de escoamento.

Para Brunetti (2005), o escoamento pode ser: escoamento laminar, escoamento de transição e escoamento turbulento, conforme tabela 1.

Tabela 1: Tipo de escoamento em tubulações.

Tipo de escoamento	Valores
Escoamento Laminar	$0 < R \leq 2000$
Escoamento de transição	$2000 \leq R \leq 2400$
Escoamento Turbulento	$R \geq 2400$

Fonte: Brunetti, 2005. P. 69

Para Palmieri (1994), a velocidade de escoamento (v) do fluido também é importante ser dimensionado em um sistema hidráulico, e pode ser encontrada com o modelo matemático:

$$v = \frac{Q}{A}$$

Onde,

v = Velocidade de escoamento para diâmetro comercial

Q = Vazão da bomba

A = Área de secção da tubulação

Segundo Palmieri (1994), deve-se observar a velocidade recomendada para o escoamento do fluido:

- Para sucção e preenchimento:
 $v = 60,96$ a $121,92$ cm/s (2 a 4 ft/s)
- Para retorno:
 $v = 304,80$ a $457,20$ cm/s (10 a 15ft/s)
- Para pressão abaixo de 210 bar:
 $v = 762,20$ a $914,40$ cm/s (25 a 30ft/s)

Segundo Palmieri (1994), para saber qual é o tipo de escoamento devemos encontrar o numero de Reynolds (Re) através do seguinte modelo matemático:

$$Re = \frac{v \cdot d_i}{V}$$

Onde,

Re = Numero de Reynolds

v = Velocidade de escoamento para diâmetro comercial

d_i = Diâmetro interno da tubulação

V = Viscosidade cinética do fluido

2.6 DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA HIDRÁULICO

2.6.1 Cálculo para Dimensionamento do Reservatório

Segundo Fialho (2011), encontramos volume do reservatório com o seguinte modelo matemático:

$$V_{Res} = 3 \times Q_{Bomba}$$

Onde,

V_{Res} = Volume do reservatório

Q_{Bomba} = Vazão da bomba

2.6.2 Cálculo para Determinação do Diâmetro do Cilindro

Ainda de acordo com Palmieri (1994), encontramos o diâmetro do cilindro com a utilização do seguinte modelo matemático:

$$A = \frac{\pi D^2}{4}$$

Onde,

D = Diâmetro

A = Área

2.6.3 Cálculo para Determinação do Diâmetro Mínimo da Haste

Utilizando o método de Euler, podemos obter a força de compressão axial responsável pela deformação da haste que segundo Linsingen (2003) é determinada por:

$$F_f = \frac{\pi^2 E_m J}{c^2}$$

Sendo,

$$J = \frac{\pi d_h^4}{64}$$

E_m = Módulo de elasticidade do aço, considerado $200.10^9 N/m^2$.

C = Comprimento livre de flambagem.

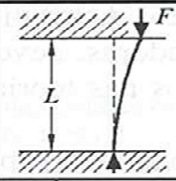
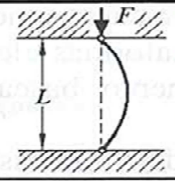
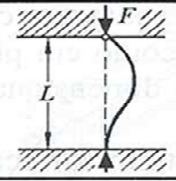
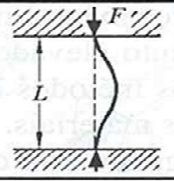
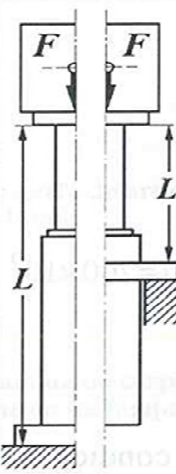
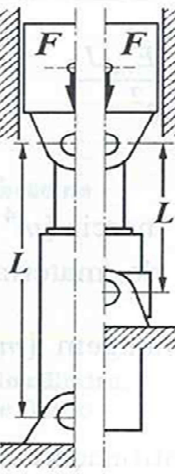
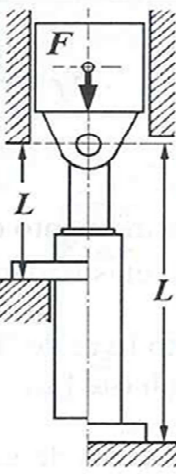
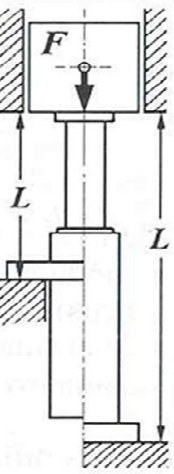
d_h = Diâmetro da haste.

Conforme método de Euler (LINSINGEN, 2003) para evitar as consequências e outros problemas de montagem, utiliza-se um coeficiente de segurança de 3,5, ou seja, a força total aplicada pode ser no máximo:

$$F_T = \frac{F_f}{3,5}$$

O Valor de flambagem “c” pode ser obtido conforme a figura a seguir:

Figura 1 – Comprimento livre de flambagem conforme tipo de montagem.

Tipo de carga	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4
Uma extremidade livre e a outra fixa	Uma extremidade livre e a outra fixa	Duas extremidade articuladas	Uma extremidade articulada e a outra fixa	Duas extremidades fixas
Representação gráfica				
Comprimento livre de flambagem	$c = 2L$	$c = L$	$c = L \sqrt{1/2}$	$c = L / 2$
Situação de montagem para cilindros hidráulicos				

Fonte: Linsingen, 2003 P. 202.

Pelo método de Euler (LINSINGEN 2003), o diâmetro da haste pode ser expresso através da aplicação do modelo matemático a seguir:

$$d_h = \left(7,22 \frac{F_T c^2}{E_m}\right)^{0,25}$$

3 METODOLOGIA

3.1 DESENVOLVIMENTO

A partir do problema constatado, o qual resulta na necessidade da obtenção de um dispositivo capaz de elevar pequenas cargas e com custo de aquisição/produção e manutenção acessíveis, buscou-se o dimensionamento de um sistema hidráulico de baixo custo que venha sanar estas dificuldades. Para isso, buscamos utilizar elementos hidráulicos para aplicação de elevação de cargas. Durante a observação do problema verificou-se a necessidade da empresa em obter um sistema hidráulico capaz de elevar uma carga de massa $m = 500 \text{ kg}$ de uma altura de $H = 1 \text{ m}$ com tempo máximo de subida $t = 5 \text{ s}$, com pressão máxima do sistema $p = 100 \text{ bar}$.

Primeiramente, foi realizada uma revisão bibliográfica sobre os sistemas de atuação hidráulicos, suas características e modo de obtenção dos parâmetros que vão caracterizar os componentes do sistema hidráulico, familiarizando-se com o embasamento teórico desse trabalho.

Após a revisão bibliográfica, foram realizados os cálculos referentes à necessidade de carga, onde foi possível dimensionar os elementos do sistema hidráulico, tais como os diâmetros do cilindro, vazão necessária do sistema, potência hidráulica necessária ao sistema e volume do reservatório.

Por fim, buscou-se demonstrar o sistema hidráulico através de catálogos padronizados existentes no mercado, seguindo os resultados dos cálculos de dimensionamento realizados.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O sistema hidráulico para a mesa elevadora é formado pelos seguintes elementos hidráulicos: um reservatório hidráulico, um filtro, uma bomba hidráulica que é acionada por um motor elétrico, uma válvula direcional e retorno por mola, um cilindro hidráulico de haste simples e de simples ação, uma válvula limitadora de pressão e uma válvula redutora de vazão.

4.1.1 Cálculo do diâmetro interno mínimo do cilindro (D)

Para o cálculo do diâmetro interno do cilindro inicia-se a partir dos dados propostos anteriormente, como força a ser exercida pelo sistema, a massa do corpo e também a pressão de trabalho. Assim, seguem os passos descritos abaixo.

Para o cálculo da força necessária para elevação da carga $m = 500 \text{ kg}$, foi desenvolvido o modelo matemático para o cálculo da força, conforme transcrito a seguir:

$$F = M \cdot g = 500 \text{ Kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 = 4905 \text{ N}$$

Encontrado o F, podemos encontrar a área do êmbolo do cilindro:

$$P = \frac{F}{A}$$

Teremos a seguinte área:

$$A = \frac{4905 \text{ N}}{100.10^5 \text{ Pa}}$$

$$A = 4,905 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

Encontramos o diâmetro do cilindro pelas fórmulas a seguir:

$$A = \frac{\pi D^2}{4}$$

$$D = \sqrt{\frac{4.4,905 \cdot 10^{-4} m^2}{\pi}}$$

$$D = 24,99 \text{ mm}$$

Para a seleção do cilindro a ser usado no projeto, adotar-se-á um cilindro comercial maior e mais próximo do calculado.

4.1.2 Cálculo do diâmetro da haste

Para o cálculo do diâmetro da haste foi utilizado o método de Euler, considerando:

$$F_f = F$$

Então:

$$F_T = \frac{F_f}{3,5}$$

$$F_T = \frac{4905 \text{ N}}{3,5}$$

$$F_T = 1401,43 \text{ N}$$

Usando o valor de flambagem c da figura 1 $c = 2L$ (caso 1), considerando $L = H$, portanto $c = 2m$ encontramos:

$$d_h = \left(7,22 \frac{F_T c^2}{E_m}\right)^{0,25}$$

$$d_h = 7,22 \frac{1401,43 \text{ N} \cdot 2^2 \text{ m}}{200 \cdot 10^9 \text{ N/m}^2}$$

$$d_h = 2,12 \cdot 10^{-2} \text{ m} = 21,2 \text{ mm}$$

4.1.3 Cálculo da velocidade do cilindro

Para o cálculo da velocidade, a equação abaixo pode ser expressa:

$$v = \frac{d}{t}$$

Onde v , será, conforme os requisitos estabelecidos pelo sistema:

$$v = \frac{1m}{5s}$$

$$v = 0,2 \text{ m/s}$$

De acordo com Linsingen (2003), a velocidade recomendada para a durabilidade das vedações e o bom funcionamento do cilindro é de 0,1 m/s quando há grandes massas a movimentar.

4.1.4 Cálculo da vazão necessária ao sistema

Para determinar o cálculo da vazão necessária ao sistema, utiliza-se a seguinte equação:

$$Q = v \cdot A$$

$$Q = 0,2m/s \cdot 4,905 \cdot 10^{-4}m^2$$

$$Q = 9,81 \cdot 10^{-5}m^3/s$$

$$Q = 5,8 \text{ Lpm}$$

4.1.5 Cálculo da potência hidráulica necessária ao sistema

Para o cálculo da potência no sistema, têm-se como dados a pressão de trabalho e a vazão da bomba, conforme mostra demonstra o modelo matemático a seguir:

$$P = \frac{p \cdot Q}{600}$$

$$P = \frac{100 \text{ bar} \cdot 5,8Lpm}{600}$$

$$P = 0,98 \text{ KW}$$

4.1.6 Cálculo do diâmetro da tubulação do sistema

Para o cálculo do diâmetro da tubulação procurou-se utilizar os métodos apresentados por Palmieri (1994), e optou-se por fluido hidráulico (óleo mineral).

Para sucção utilizou-se $v = 0,6 \text{ m/s}$.

$$Q = v \cdot A$$

$$Q = v \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

$$9,81 \cdot 10^{-5} m^3 = 0,6 \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

$$d = 1,44 \cdot 10^{-2} m$$

$$d = 14,4 mm$$

Definição do regime de escoamento, cálculo do tipo de escoamento:

$$R_e = \frac{v \cdot d}{\gamma}$$

Considerando:

$$\gamma = 45 \cdot 10^{-6} m^2/s$$

$$R_e = \frac{0,6 m \cdot 0,0144 m}{45 \cdot 10^{-6} m^2/s}$$

$$R_e = 192$$

Obtemos como escoamento, o escoamento laminar.

Para pressão utilizou se $v = 7,6$ m/s.

$$Q = v \cdot A$$

$$Q = v \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

$$9,81 \cdot 10^{-5} m^3 = 7,6 \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

$$d = 4,05 \cdot 10^{-3} m$$

$$d = 4,05 mm$$

Definição do regime de escoamento, cálculo do tipo de escoamento:

$$R_e = \frac{v \cdot d}{\gamma}$$

Considerando:

$$\gamma = 45 \cdot 10^{-6} \text{m}^2/\text{s}$$

$$R_e = \frac{7,6 \text{ m} \cdot 0,00405 \text{ m}}{45 \cdot 10^{-6} \text{m}^2/\text{s}}$$

$$R_e = 684$$

Obtemos como escoamento, o escoamento laminar.

Para o retorno utilizou se $v = 3 \text{ m/s}$.

$$Q = v \cdot A$$

$$Q = v \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

$$9,81 \cdot 10^{-5} \text{m}^3 = 3 \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

$$d = 6,45 \cdot 10^{-3} \text{m}$$

$$d = 6,45 \text{mm}$$

Definição do regime de escoamento, cálculo do tipo de escoamento:

$$R_e = \frac{v \cdot d}{\gamma}$$

Considerando:

$$\gamma = 45 \cdot 10^{-6} \text{m}^2/\text{s}$$

$$R_e = \frac{3 \text{ m} \cdot 0,00645 \text{ m}}{45 \cdot 10^{-6} \text{m}^2/\text{s}}$$

$$R_e = 430$$

Obtemos como escoamento, o escoamento laminar.

4.1.6 Cálculo do volume do reservatório

De acordo com Fialho (2011), uma regra prática de dimensionamento de reservatório é fazer com que o seu volume seja maior a três vezes a vazão da que a alimenta o sistema.

Desta forma temos:

$$V_{Res} = 3 \times Q_{Bomba}$$

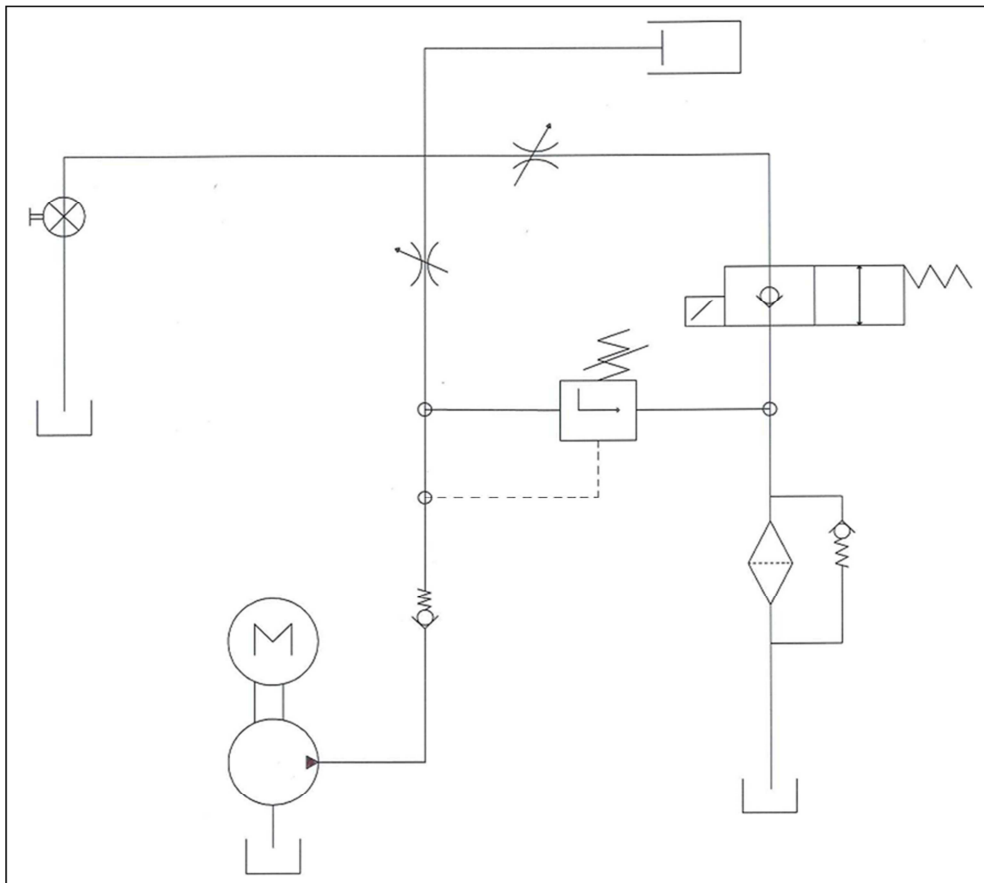
$$V_{Res} = 3 \times 5,8 \text{ Lpm}$$

$$V_{Res} = 17,4 \text{ L}$$

4.2 DETALHAMENTO DO SISTEMA HIDRÁULICO

O sistema hidráulico dimensionado está representado na figura 2 a seguir, detalhado através de catálogos existentes no mercado. A seleção dos elementos foi realizada em acordo com os resultados do dimensionado feito anteriormente.

Figura 2 – Sistema Hidráulico



4.2.1 Escolha do cilindro hidráulico

De acordo com o diâmetro encontrado no processo já descrito, será selecionado o diâmetro maior e mais próximo do calculado. Para este sistema hidráulico usaremos um cilindro do fabricante Parker tipo BB (NFPA tipo MP 1) com diâmetro de 38,01 mm de simples ação. Conforme especificações do fabricante o mesmo é de articulação traseira fêmea.

Detalhes do cilindro constam no anexo A.

4.2.2 Escolha das válvulas necessárias

A válvula direcional foi selecionada diretamente no catálogo não requerendo cálculos, bastando apenas verificar se a pressão e vazão máximas são adequadas ao projeto. Conforme especificações do fabricante Bosch Rexroth, a válvula será de 2 vias, com retorno por mola e solenoide.

Detalhes da válvula direcional constam no anexo B.

A válvula de alívio e segurança que protege a bomba contra sobrecarga de pressão do sistema foi selecionada em catálogo, também não requerendo cálculos. Conforme especificações do fabricante Bosch Rexroth, será uma válvula de segurança e descarga pilotada Tipo DA 6 V, com pressão máxima de operação igual a 350 bar.

Detalhes da válvula de alívio e segurança constam no anexo B.

Da mesma forma para a seleção da válvula redutora de vazão também não será necessário o requerimento de cálculos. Conforme as especificações do fabricante Rudick, a válvula será montada em linha, com retenção.

Detalhes da válvula redutora de vazão constam no anexo B.

A válvula de retenção, cuja função é permitir o fluxo livre em um sentido, foi escolhido em catálogo não requerendo cálculo, foi selecionada válvula de retenção simples em linha do Tipo S, para conexão roscada (união macho).

Detalhes da válvula retenção constam no anexo B.

4.2.3 Escolha da tubulação

A escolha da tubulação foi determinada a partir dos cálculos de dimensionamento elaborados na seção 4.1.6, de acordo com os diâmetros comerciais escolheu-se.

- Para linha de sucção: Diâmetro mínimo calculado de 14,4mm. Pode se utilizar o tubo de 16 mm com parede de 1,5 mm, disponível comercialmente.
- Para linha de pressão: Diâmetro mínimo calculado de 4,05mm. Pode se utilizar o tubo de 5,5 mm com parede de 2 mm, disponível comercialmente.
- Para linha de retorno: Diâmetro mínimo calculado de 6,45mm. Pode se utilizar o tubo de 8 mm com parede de 2 mm, disponível comercialmente.

De acordo com os diâmetros comerciais encontrados, mais detalhes da tubulação podem ser vistos no anexo C.

4.2.4 Escolha do fluido hidráulico e do filtro

Para este sistema hidráulico foi escolhido um fluido baseado de acordo com a viscosidade determinada na seção 4.1.6, sendo do tipo óleo mineral, do fabricante Mobil DTE 25.

Detalhes do fluido hidráulico podem ser vistos no anexo D.

O filtro de retorno foi escolhido diretamente do catálogo não necessitando cálculo, conforme especificação do fabricante Parker escolheu se um filtro PT Series (filtro de retorno de tanque).

Detalhes do fluido hidráulico e do filtro podem ser vistos no anexo E.

4.2.5 Escolha da unidade Hidráulica

A escolha da unidade hidráulica foi baseada nos cálculos de dimensionamento elaborados nas seções 4.1.4, 4.1.5 e 4.1.7. Conforme as especificações do fabricante Bosch Rexroth a unidade terá um volume de 40 litros, de material aço carbono, bomba com engrenamento externo (AZPF 003), sem trocador, sem radiador, com potência de 2,2/3,0 kw e vazão de 6,1 Lpm.

Detalhes da unidade hidráulica podem ser vistos no anexo F.

5 CONCLUSÃO

Neste trabalho abordou-se sobre o dimensionamento de um sistema hidráulico em face a necessidade das empresas de médio e pequeno porte na elevação de cargas com uma mesa-elevadora.

Durante a realização do mesmo trouxe-se à prática a teoria e os ensinamentos adquiridos no decorrer do curso de Engenharia Mecânica da Faculdade Horizontina, em especial no referente ao dimensionamento de sistemas hidráulicos e na seleção de seus componentes.

Este trabalho explicita, de uma forma sucinta, o dimensionamento dos componentes do sistema hidráulico necessários para a construção do sistema hidráulico de uma mesa elevadora, para cargas menores que as das mesas elevadoras disponíveis no mercado.

A importância para a definição estratégica da empresa, em adquirir um equipamento disponível no mercado ou da construção de um equipamento similar, fica aqui evidenciada, uma vez que a fabricação interna terá um custo inferior a encontrada no mercado, considerando que esta redução pode chegar até 50%.

O desenvolvimento deste trabalho na sua íntegra resultará, sem dúvidas no atendimento das necessidades das empresas na obtenção de um sistema hidráulico de uma mesa elevadora com custo reduzido e que resulte na produtividade necessária com menor custo-benefício.

Como conclusão deste trabalho é apresentado o sistema hidráulico e seus principais componentes, tais como, cilindro Hidráulico, válvula direcional, válvula de alívio e segurança, válvula redutora de vazão, válvula de retenção, filtro de retorno, além da escolha da unidade hidráulica e escolha da tubulação.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOSCH, RexrothGroup. **Catálogo de válvula direcional**. Disponível em <https://brmv2.kittelberger.net/borexmvz2-internet/?publication=NET&ccat_id=20000&publication=NET&search_action=submit&pagesize=50&search_query=22049&History=&remindCcat=on&language=en-GB&DisplayType=tile> acesso em 23 de agosto de 2014.

BOSCH, RexrothGroup. **Catálogo de Válvula de segurança**. Disponível em <http://www.boschrexroth.com/country_units/south_america/brasil/pt/doc_downloads/catalogs/a_downloads_09/valvulas_pressao/RP_26404.pdf> acesso em 23 de agosto de 2014.

BOSCH, RexrothGroup. **Catálogo Válvula de retenção**. Disponível em <http://www.boschrexroth.com/country_units/south_america/brasil/pt/doc_downloads/catalogs/a_downloads_09/valvulas_retencao/RP_20375.pdf> acesso em 23 de agosto de 2014.

BOSCH, RexrothGroup. **Catálogo Unidade Hidráulica**. Disponível em <http://www.boschrexroth.com/country_units/south_america/brasil/pt/doc_downloads/catalogs/a_downloads_09/unidades_hidraulicas/RP_51016_ABMUP.pdf> acesso em 20 de agosto de 2014.

BRUNETTI, FRANCO. **Mecânica dos Fluidos** - São Paulo. Editora: Prentice Hall, 2005.

ERIFLEX. **Conexões hidráulicas de alto desempenho**. Disponível em <<http://www.eriflex.com.br/>> acesso em 20 de agosto de 2014.

FIALHO, A. B. **Automação Hidráulica Projetos, Dimensionamento e Análise de Circuitos**. 6. ed. São Paulo: Editora Érica, 2011.

LINSINGEN, I. V. **Fundamentos de Sistemas Hidráulicos**. 2º Ed. Florianópolis: Editora UFSC, 2003.

MOBIL. **Óleos Hidráulicos**. Disponível em <http://mobil.cosan.com/sites/default/files/produtos/mobil_dte_20_serie_pds_2012.pdf> acesso em 19 de setembro de 2014.

PALMIERI, A. C. **Manual de Hidráulica Básica**. 9º Ed. Porto Alegre: Editora Pallotti, 1994.

PARKER. **Catálogo de cilindros hidráulicos**. Disponível em <http://www.extranetparker.com.br/download/hydraulics/pdf/HY_2017_BR.pdf> acesso em 20 de agosto de 2014.

PARKER. **Produtos de Filtragem para Sistemas Hidráulicos e de Lubrificação** disponível em <<http://www.extranetparker.com.br/download/filtration/pdf/201206132300-14.pdf>> acesso em 20 de agosto de 2014.

SERRANO, M. I. **Controle de Força de um Servoatuador Hidráulico através da Técnica de Linearização por Realimentação**. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia


Elétrica/Automação e Instrumentação Eletro – Mecânica) – Departamento de Metalurgia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

RUDICK, Sistemas Hidráulicos. **Catálogo de válvula de vazão**. Disponível em <<http://www.raoli.com.br/download/RudickOleoDinamica.pdf>>acesso em 23 de agosto de 2014.

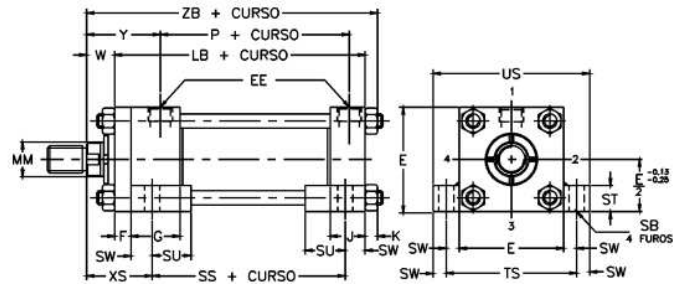
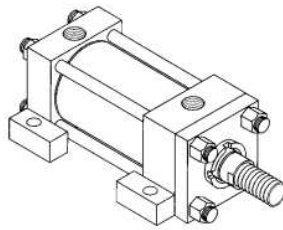
Anexo A -Catálogo do cilindro

Catálogo HY-2017-1 BR
Dimensões

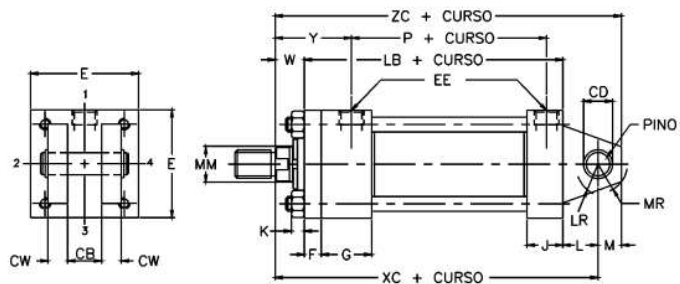
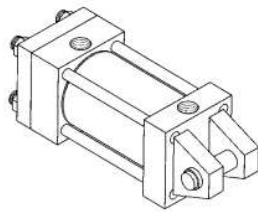
Cilindro Hidráulico
Série 2H

 Cilindros com prazo de entrega de até 5 dias úteis.

Tipo C - Montagem por orelhas laterais (NFPA tipo MS2)



Tipo BB - Montagem por articulação traseira fêmea (NFPA tipo MP1)



Tabelas de dimensões

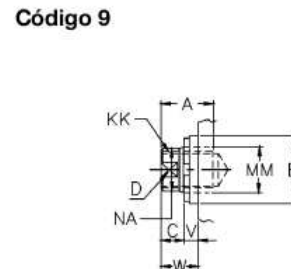
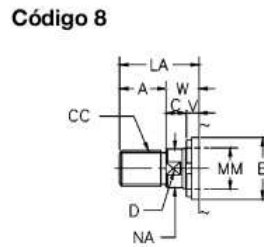
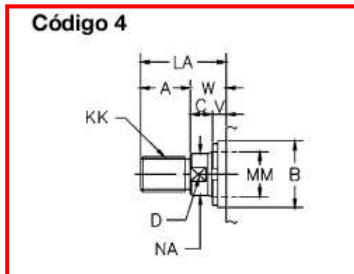
Tabela 1 - Dimensões externas e de montagem (mm)

Ø do cil. mm (pol)	CB	CD* +0 -0,05	CW	E	EE		F	G	J	K	L	LR	M	MR	SB	ST	SU	SW	TS	US	Somar o curso		
					NPT	BSP															LB	P	SS
38,1 (1 1/2)	19,1	12,73	12,7	63,5	1/2	1/2	9,5	44,5	38,1	9,5	19,1	14,3	12,7	15,9	11,1	12,7	23,8	9,5	82,6	101,6	127,0	73,0	98,4
50,8 (2)	31,8	19,08	15,9	76,2	1/2	1/2	15,9	44,5	38,1	11,1	31,8	25,4	19,1	23,8	14,3	19,1	31,8	12,7	101,6	127,0	133,4	73,0	92,1
63,5 (2 1/2)	31,8	19,08	15,9	88,9	1/2	1/2	15,9	44,5	38,1	11,1	31,8	23,8	19,1	23,8	20,6	25,4	39,7	17,5	123,8	158,8	136,5	76,2	85,7
82,6 (3 1/4)	38,1	25,43	19,1	114,3	3/4	3/4	19,1	50,8	44,5	14,3	38,1	31,8	25,4	30,2	20,6	25,4	39,7	17,5	149,2	184,2	158,8	88,9	104,8
101,6 (4)	50,8	34,95	25,4	127,0	3/4	3/4	22,2	50,8	44,5	14,3	54,0	44,5	34,9	41,3	27,0	31,8	50,8	22,2	171,5	215,9	168,3	95,3	101,6
127,0 (5)	63,5	44,48	31,8	165,1	3/4	3/4	22,2	50,8	44,5	20,6	57,2	52,4	44,5	54,0	27,0	31,8	50,8	22,2	209,6	254,0	181,0	108,0	114,3
152,4 (6)	63,5	50,83	31,8	190,5	1	1	25,4	57,2	57,2	22,2	63,5	58,7	50,8	60,3	33,3	38,1	63,5	28,6	247,7	304,8	212,7	123,8	130,2

* Medida CD se refere ao diâmetro externo do pino.

Série 2H

Detalhe da extremidade da haste



► Medidas KK e CC: Vide tabela de rosca da extremidade da haste página 12.

Tabela 3 dimensões externas e de montagem

Tabela 2 - Dimensões da haste (mm)

Ø do cilindro mm (pol)	Haste nº	Haste diâmetro mm (pol)	Dimensões das extremidades da haste							XS	Y	Somar o curso			
			A	B +0 -0,05	C	D	LA	NA	V			W	XC	ZB	ZC
38,1 (1 1/2)	1	15,9 (5/8)	19,1	28,55	9,5	12,7	34,9	14,3	6,4	15,9	34,9	50,8	161,9	152,4	174,6
	2	25,4 (1)	28,6	38,07	12,7	22,2	54,0	23,8	12,7	25,4	44,5	60,3	171,5	161,9	184,2
50,8 (2)	1	25,4 (1)	28,6	38,07	12,7	22,2	47,6	23,8	6,4	19,1	47,6	60,3	184,2	163,5	203,2
	2	34,9 (1 3/8)	41,3	50,77	15,9	28,6	66,7	33,3	9,5	25,4	54,0	66,7	190,5	169,9	209,6
63,5 (2 1/2)	1	25,4 (1)	28,6	38,07	12,7	22,2	47,6	23,8	6,4	19,1	52,4	60,3	187,3	166,7	206,4
	2	44,5 (1 3/4)	50,8	60,30	19,1	38,1	82,6	42,9	12,7	31,8	65,1	73,0	200,0	179,4	219,1
	3	34,9 (1 3/8)	41,3	50,77	15,9	28,6	66,7	33,3	9,5	25,4	58,7	66,7	193,7	173,0	212,7
82,6 (3 1/4)	1	34,9 (1 3/8)	41,3	50,77	15,9	28,6	63,5	33,3	6,4	22,2	58,7	69,9	219,1	195,3	244,5
	2	50,8 (2)	57,2	66,65	22,2	42,9	88,9	49,2	9,5	31,8	68,3	79,4	228,6	204,8	254,0
	3	44,5 (1 3/4)	50,8	60,30	19,1	38,1	79,4	42,9	9,5	28,6	65,1	76,2	225,4	201,6	250,8
101,6 (4)	1	44,5 (1 3/4)	50,8	60,30	19,1	38,1	76,2	42,9	6,4	25,4	69,9	76,2	247,7	208,0	282,6
	2	63,5 (2 1/2)	76,2	79,35	25,4	52,4	111,1	60,3	9,5	34,9	79,4	85,7	257,2	217,5	292,1
	3	50,8 (2)	57,2	66,65	22,2	42,9	85,7	49,2	6,4	28,6	73,0	79,4	250,8	211,1	285,8
127,0 (5)	1	50,8 (2)	57,2	66,65	22,2	42,9	85,7	49,2	6,4	28,6	73,0	79,4	266,7	230,2	311,2
	3	63,5 (2 1/2)	76,2	79,35	25,4	52,4	111,1	60,3	9,5	34,9	79,4	85,7	273,1	236,5	317,5
	4	76,2 (3)	88,9	95,22	25,4	66,7	123,8	73,0	9,5	34,9	79,4	85,7	273,1	236,5	317,5
152,4 (6)	1	63,5 (2 1/2)	76,2	79,35	25,4	52,4	108,0	60,3	6,4	31,8	85,7	88,9	308,0	266,7	358,8
	2	101,6 (4)	101,6	120,62	25,4	85,7	133,4	98,4	6,4	31,8	85,7	88,9	308,0	266,7	358,8
	3	76,2 (3)	88,9	95,22	25,4	66,7	120,7	73,0	6,4	31,8	85,7	88,9	308,0	266,7	358,8

► Pressão de trabalho, vide página 14.

Anexo B - Catálogo das Válvulas

Electric Drives
and Controls

Hydraulics

Linear Motion and
Assembly Technologies

Pneumatics

Service

Rexroth
Bosch Group

2/2, 3/2 and 4/2 directional seat valve with solenoid actuation

RE 22049/07.09
Replaces: 07.06

1/14

Type M-.SED

Size 6
Component series 1X
Maximum operating pressure 350 bar [5100 psi]
Maximum flow 25 l/min [6.6 gpm]



Table of contents

Contents
Features
Ordering code
Function, section, symbols
Technical data
Characteristic curves
Performance limit
Unit dimensions
Valve mounting screws
Mating connectors
Throttle insert
Check valve insert
General notes

Features

Page	Features
1	– Direct operated directional seat valve with solenoid actuation
2, 3	– Porting pattern according to DIN 24340 form A (without locating hole)
4, 5	– Porting pattern according to ISO 4401-03-02-0-05 and NFPA T3.5.1 R2-2002 D03 (with locating hole)
6	– Safe switching also with longer standstill periods under pressure
7	– Wet-pin DC voltage solenoids with detachable coil (AC voltage possible by means of a rectifier)
8	– Solenoid coil can be rotated by 90°
9 to 12	– The coil can be changed without having to open the pressure-tight chamber
13	– Electrical connection as individual connection (for more electrical connections, see RE 08010)
13	– With concealed manual override, optional
14	– Inductive position switch (contactless), see RE 24830

Information on available spare parts:
www.boschrexroth.com/spc

RP 26 404/02.03

Substitui: 12.02

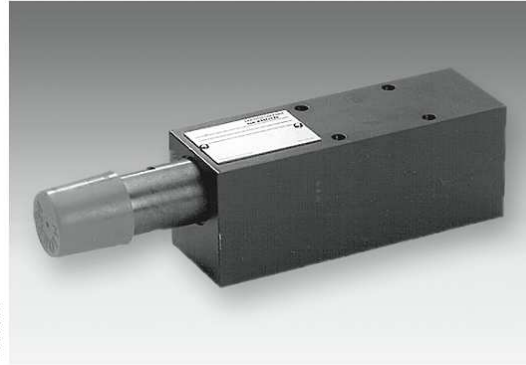
**Válvula de Segurança e
Descarga Pilotada
Tipo DA 6 V**

Tamanho Nominal 6

Série 4X

Pressão máxima de operação 315 bar

Vazão máxima 30 L/min



H5456096

Tipo DA 6 V..2-4X/...

Índice

Conteúdo	Página
Características	1
Dados para pedido	2
Símbolos	2
Função, corte	3
Dados técnicos	4
Curvas características	4 e 5
Dimensões	6 e 7
Exemplos de circuito	8

Características

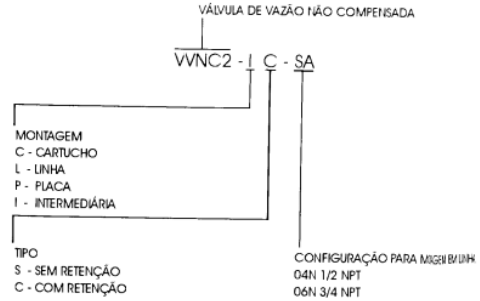
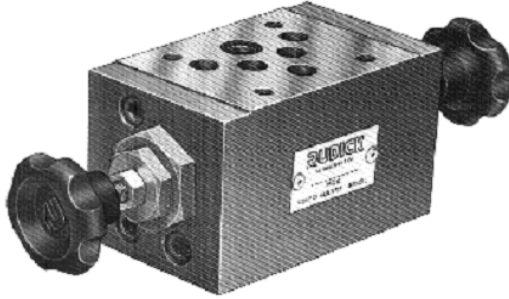
- Para montagem sobre placas:
Configuração de furos conforme DIN 24 340, forma A,
sem furos de fixação (padrão)
Configuração de furos conforme ISO 4401 e CETOP-RP 121 H,
com furos de fixação, (dado para pedido .../60 no final do tipo da válvula)
- Placa de ligação conforme catálogo RP 45 052 (pedir separadamente)
- Como válvula roscada (medida de montagem conforme ISO 7789)
- 4 elementos de ajuste:
 - Botão giratório
 - Luva com sextavado e capa de proteção
 - Botão giratório com trava e escala graduada
 - Botão giratório com escala graduada
- 4 faixas de pressão



© 2003
by Bosch Rexroth AG, Industrial Hydraulics, D-97813 Lohr am Main

Todos os direitos reservados. Nenhuma parte deste documento poderá ser reproduzida ou, utilizando sistemas eletrônicos, ser arquivada, editorada, copiada ou distribuída de alguma forma, sem a autorização escrita da Bosch Rexroth AG, Industrial Hydraulics. Transgressões implicam em indenizações.

VÁLVULA DE VAZÃO NÃO COMPENSADA - VVNC2 - CETOP 05



CARACTERÍSTICAS GERAIS

VÁLVULA REGULADORA DE VAZÃO SEM COMPENSAÇÃO DE PRESSÃO, COM OU SEM RETENÇÃO INCORPORADA.

VAZÃO MÁXIMA 50 lpm

VISCOSIDADE DO ÓLEO 28 À 380 cst

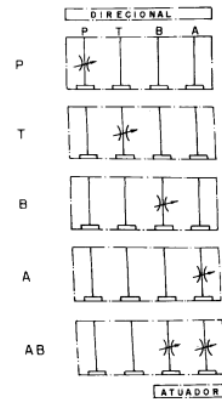
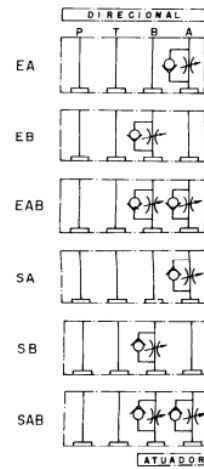
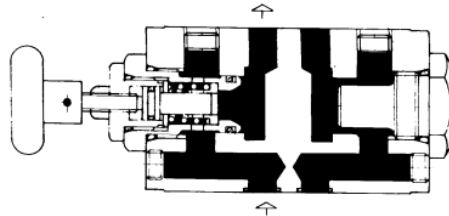
FILTRAGEM 25 µm

TEMPERATURA DE OPERAÇÃO MÁX. 70 °C

FAIXA DE PRESSÃO ATÉ 210 bar

PESO APROXIMADO: MONTAGEM LINHA PLACA 1,7 kg

MONTAGEM INTERMEDIÁRIA 3,5 kg



RP 20 375/07.02

Substitui: 06.97

**Válvula de Retenção
Tipo S**

Tamanho nominal 6 a 30

Pressão máxima de operação 315 bar

Vazão máxima 450 L/min



R 78_165*.tif

Tipo S.A...

Índice

Conteúdo	Página
Características	1
Simbolos	1
Dados para pedido	2
Dados técnicos	2
Curvas características	3
Dimensões	4

Características

- Para conexão roscada (união macho)
- Bloqueio isento de vazamento em um sentido
- Diferentes pressões de abertura, a escolher (vide dados para pedido)

Simbolos

(sem mola)



© 2002
by Bosch Rexroth AG, Industrial Hydraulics, D-97813 Lohr am Main

Todos os direitos reservados. Nenhuma parte deste documento poderá ser reproduzida ou, utilizando sistemas eletrônicos, ser arquivada, editorada, copiada ou distribuída de alguma forma, sem a autorização escrita da Bosch Rexroth AG, Industrial Hydraulics. Transgressões implicam em indenizações.

Anexo C - Catálogo da Tubulação

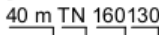


TUBOS

TUBO DE AÇO TREFILADO SEM COSTURA

REFERÊNCIA: TN

EXEMPLO DE ESPECIFICAÇÃO:

Quantidade: 40 m 
 Ref. tubo de aço: TN _____
 Diâmetro ext. do tubo: 16,0 mm _____
 Diâmetro int. do tubo: 13,0 mm _____

Características:

1. Composição química referente ao aço SAE 1008/1010.
2. Resistência a tração 33 kg/mm² mínimo. Limite de escoamento 20 kg/mm² mínimo. Alongamento 20 % (sobre 50 mm) mínimo.
3. Dimensões e tolerâncias conforme DIN 2391 C (ABNT NBR 8476).

4. Estado de fornecimento - Normalizado em forno de atmosfera controlada-NBK conforme DIN 2391 C (ABNT NBR 8476).
5. As máximas pressões de utilização indicadas referem-se a resistência a tração do material e a um coeficiente de segurança igual a 4 (quatro).
6. Fornecidos em barras de 3 a 6 metros, oleados para proteção anti-corrosiva.

Diâm.Externo (mm)	Diâm. Interno (mm)	Parede (mm)	Referência "TN"	Pressões de Utiliz. (kg/cm ²)
04,0	02,0	1,0	TN040020	0 a 500
05,0	03,0	1,0	TN050030	0 a 400
● 06,0	03,0	1,5	TN060030	0 a 500
● 06,0	04,0	1,0	TN060040	0 a 333
06,4	03,4	1,5	TN064034	0 a 468
06,4	04,2	1,1	TN064042	0 a 343
● 08,0	05,0	1,5	TN080050	0 a 375
● 08,0	06,0	1,0	TN080060	0 a 250
09,5	05,5	2,0	TN095055	0 a 421
09,5	06,3	1,6	TN095063	0 a 336
● 10,0	06,0	2,0	TN100060	0 a 400
● 10,0	07,0	1,5	TN100070	0 a 300
● 12,0	08,0	2,0	TN120080	0 a 333
● 12,0	09,0	1,5	TN120090	0 a 250
12,7	08,7	2,0	TN127087	0 a 314
12,7	09,7	1,5	TN127097	0 a 236
14,0	10,0	2,0	TN140100	0 a 285
14,0	11,0	1,5	TN140110	0 a 214
15,0	11,0	2,0	TN150110	0 a 266
15,0	12,0	1,5	TN150120	0 a 200
● 16,0	11,0	2,5	TN160110	0 a 312
● 16,0	13,0	1,5	TN160130	0 a 187
18,0	13,0	2,5	TN180130	0 a 277
18,0	15,0	1,5	TN180150	0 a 166
19,0	14,0	2,5	TN190140	0 a 263
19,0	16,0	1,5	TN190160	0 a 157
● 20,0	14,0	3,0	TN200140	0 a 300
● 20,0	16,0	2,0	TN200160	0 a 200
22,0	15,0	3,5	TN220150	0 a 318

Diâm.Externo (mm)	Diâm. Interno (mm)	Parede (mm)	Referência "TN"	Pressões de Utiliz. (kg/cm ²)
22,0	17,0	2,5	TN220170	0 a 227
22,0	18,0	2,0	TN220180	0 a 181
● 25,0	17,5	3,75	TN250175	0 a 300
● 25,0	19,0	3,0	TN250190	0 a 240
● 25,0	21,0	2,0	TN250210	0 a 160
25,4	17,5	3,95	TN254175	0 a 311
25,4	19,4	3,0	TN254194	0 a 236
25,4	21,4	2,0	TN254214	0 a 157
28,0	19,0	4,5	TN280190	0 a 321
28,0	22,0	3,0	TN280220	0 a 214
28,0	24,0	2,0	TN280240	0 a 142
● 30,0	21,0	4,5	TN300210	0 a 300
● 30,0	24,0	3,0	TN300240	0 a 200
● 30,0	25,0	2,5	TN300250	0 a 166
32,0	22,0	5,0	TN320220	0 a 312
32,0	24,0	4,0	TN320240	0 a 250
32,0	27,0	2,5	TN320270	0 a 156
● 35,0	24,0	5,5	TN350240	0 a 314
● 35,0	27,0	4,0	TN350270	0 a 228
● 35,0	30,0	2,5	TN350300	0 a 142
● 38,0	26,0	6,0	TN380260	0 a 315
● 38,0	30,0	4,0	TN380300	0 a 210
● 38,0	32,0	3,0	TN380320	0 a 157
42,0	29,0	6,5	TN420290	0 a 309
42,0	34,0	4,0	TN420340	0 a 190
42,0	38,0	2,0	TN420380	0 a 95
50,0	38,0	6,0	TN500380	0 a 250
65,0	50,0	7,5	TN650500	0 a 250
80,0	60,0	10,0	TN800600	0 a 250

● Diâmetros externos de tubos preferenciais, por motivos técnicos e comerciais.

OBS: Os tubos de aço trefilado sem costura ERMETO, quando solicitados podem ser fornecidos zincados externamente. A zincagem dos mesmos é obtida por processo eletrolítico, o que garante uma uniformidade da camada depositada, trazendo como benefícios um poder de proteção anti-corrosiva elevado, além de ser possível a perfeita cravação dos anéis de penetração ERMETO.

Anexo D - Catálogo do Fluido Hidráulico



Características Típicas

Mobil DTE® 20 Série		21	22	24	25	26	27	28
Classificação ISO		10	22	32	46	68	100	150
Viscosidade	ASTM D 445							
cSt a 40° C		10,0	21,0	31,5	44,2	71,2	95,3	142,8
cSt a 100° C		2,74	4,5	5,29	6,65	8,53	10,9	14,28
Índice de Viscosidade	ASTM D 2270	98	98	98	98	98	98	98
Densidade a 15,6° C/15,6° C	ASTM D 1298	0,845	0,860	0,871	0,876	0,881	0,887	0,895
Corrosão em Lâmina de Cobre 3h a 100° C	ASTM D 130	1B	1B	1B	1B	1B	1B	1B
Proteção contra a ferrugem, Proc B	ASTM D 665	Passa	Passa	Passa	Passa	Passa	Passa	Passa
Ponto de Fluidez, ° C	ASTM D 97	-30	-30	-27	-27	-21	-21	-15
Ponto de Fulgor, ° C	ASTM D 92	174	200	220	232	236	248	276
Carga FZG, DIN 51354, Estágio de Falha		-	-	12	12	12	12	12
Espuma Sequências I, II, III, mL	ASTM D892	20/0	20/0	20/0	20/0	20/0	20/0	20/0

Saúde e Segurança

Com base na informação disponível, não é esperado que este produto cause efeitos adversos à saúde quando utilizado nas aplicações a que é destinado e seguidas as recomendações indicadas na Ficha de Informações de Segurança de Produto Químico (FISPQ). As FISPQs encontram-se disponíveis com o representante local de vendas ou pela internet. Elas serão fornecidas pelo revendedor ao cliente, se exigido, e de acordo com a legislação. Deve-se utilizar este produto apenas nas aplicações pretendidas. Ao descartar o produto, tenha o devido cuidado com o meio ambiente.

O logotipo Mobil, o desenho do Pegasus e Mobil DTE constantes nesta peça são marcas registradas da Exxon Mobil Corporation ou de uma das suas subsidiárias.

Qualquer um dos produtos pode não estar disponível no local. Para mais informações, contate seu escritório de vendas local ou visite o site www.cosan.com.br/mobil.

Anexo E - Catálogo do Filtro de retorno

PT Series

Features

- 1 Easy element assembly removal
- 2 Unique high flow top end cap
- 3 Lightweight cast aluminum head
- 4 Patented filter element assembly
- 5 Bowl-less, inside-out flow
- 6 Downstream element support with "no aeration" design
- 7 Solid bottom endcap with integrated bypass valve
- 8 Low profile tank top design



PT Series

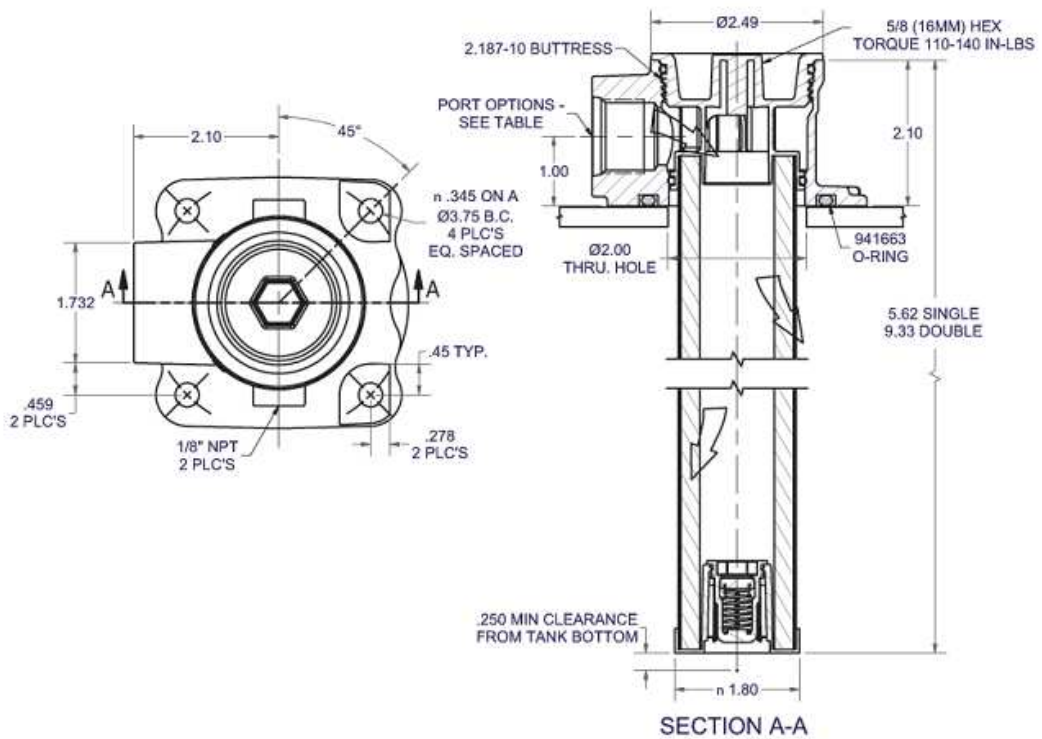
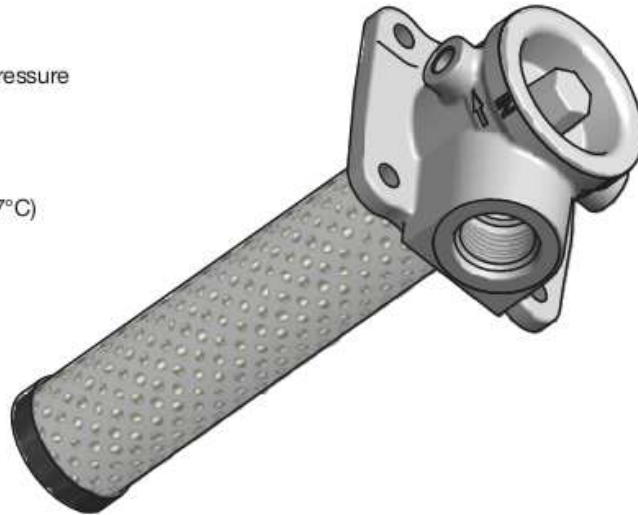
Specifications - PT2

Maximum Allowable Operating Pressure (MAOP): 150 psi (10.3 bar)

Element Burst Rating: 150 psid

Operating Temperatures:
Buna: -40°F (-40°C) to 225°F (107°C)

Materials:
Tank Flange: aluminum
Endcaps: nylon



Anexo F - Catálogo da Unidade Hidráulica

Rexroth
Bosch Group

Mini-Unidades Hidráulicas Padronizadas

RP 51016/10.11

1/40

Tipo ABMUP

Tamanhos nominais de reservatórios: 20; 40; 60
Pressão máxima de trabalho até 310 bar
Vazão até 14,3 L/min



Mini-Unidades Padronizadas Tipo ABMUP

Índice

Conteúdo	Página
Características	1
Dados para pedidos	2
Dados técnicos	3
Tabelas de seleção	4 a 6
Relação dos componentes principais	7 e 8
Esquemas hidráulicos	9 a 11
Dimensionamento TN 20	12 a 20
Dimensionamento TN 40	21 a 29
Dimensionamento TN 60	30 a 38
Instruções para projetos e colocação em operação	39

Características

- ▶ Reservatório de aço carbono ou alumínio aletado
- ▶ Construção modular
- ▶ Mini-unidade em execução compacta
- ▶ Múltiplas possibilidades de aplicação
- ▶ Várias opções possíveis de válvulas no comando HSR
- ▶ Fácil manutenção
- ▶ Aplicações em máquinas operatrizes, dispositivos, filtros prensa, fixadores de ferramentas, etc.



© 2003

by Bosch Rexroth AG, Industrial Hydraulics, D-97813 Lohram Main

Todos Direitos reservados. Nenhuma parte deste documento poderá ser reproduzido ou utilizando sistemas eletrônicos ser arquivado, editorado, copiado ou distribuído de alguma forma, sem a autorização escrita da Bosch Rexroth AG, Industrial Hydraulics. Transgressões implicam em indenizações.

Este documento foi elaborado cuidadosamente e todos os dados foram controlados. Por motivos do constante desenvolvimento do produto, reservamo-nos o direito a eventuais alterações. Para falhas fortuitas ou dados incompletos não se poderá assumir quaisquer responsabilidades.

Tabela de seleção; reservatório 40; (motores elétricos V1; 4 polos; 60 Hz)

Bomba	Potência kW/CV	Motor elétr.	Vazão L/min	Pres. bar	Filt. ret. L/min	Cod. *	Limit. bar	Manôm. bar	Nº desenho sem HSR 06	Nº desenho c/ HSR 06, s/ acum.	Nº desenho c/ HSR 06, c/ acum.
AZPB 001	0,37/0,5	71-4 esp.	1,75	90	10	7444	100	160	462003081646-1	462003081647-1	462003081648-1
	0,55/0,75			135		7445	200	250	462003081649-1	462003081650-1	462003081651-1
AZPF 002	0,75/1,0	80-4	4,5	70	10	7425	100	100	462003081652-1	462003081653-1	462003081654-1
	1,1/1,5	80-4		105		7801	200	160	462003081655-1	462003081656-1	462003081657-1
	1,5/2,0	90S-4		145		7426	200	250	462003081658-1	462003081659-1	462003081660-1
	2,2/3,0	90L-4		215		7427	315	400	462003081661-1	462003081662-1	462003081663-1
	1,1/1,5	80-4		75		7263	100	160	462003081664-1	462003081665-1	462003081666-1
	1,5/2,0	90S-4		100		7802	100	160	462003081667-1	462003081668-1	462003081669-1
AZPF 003	2,2/3,0	90L-4	6,1	150	35	7264	200	250	462003081670-1	462003081671-1	462003081672-1
	3,0/4,0	100L-4		200		7806	200	400	462003081673-1	462003081674-1	462003081675-1
	3,7/5,0	100L-4		250		7265	315	400	462003081676-1	462003081677-1	462003081678-1
AZPF 004	1,1/1,5	80-4	7,1	65	35	7804	100	100	462003081679-1	462003081680-1	462003081681-1
	1,5/2,0	90S-4		85		7805	100	160	462003081682-1	462003081683-1	462003081684-1
	2,2/3,0	90L-4		130		7266	200	250	462003081685-1	462003081686-1	462003081687-1
	3,7/5,0	100L-4		220		7267	315	400	462003081688-1	462003081689-1	462003081690-1
AZPF 005	1,1/1,5	80-4	9,8	45	35	7269	50	60	462003081691-1	462003081692-1	462003081693-1
	1,5/2,0	90S-4		60		7807	100	100	462003081694-1	462003081695-1	462003081696-1
	2,2/3,0	90L-4		95		7270	100	160	462003081697-1	462003081698-1	462003081699-1
	3,0/4,0	100L-4		125		7808	200	250	462003081701-1	462003081702-1	462003081703-1
	3,7/5,0	100L-4		160		7271	200	250	462003081704-1	462003081705-1	462003081706-1
AZPF 008	1,5/2,0	90S-4	14,3	45	35	7809	50	60	462003081707-1	462003081708-1	462003081709-1
	2,2/3,0	90L-4		70		7273	100	100	462003081710-1	462003081711-1	462003081712-1
	3,0/4,0	100L-4		90		7810	100	160	462003081713-1	462003081714-1	462003081715-1
	3,7/5,0	100L-4		115		7274	200	160	462003081716-1	462003081717-1	462003081718-1
R4-1,0	1,1/1,5	80-4	1,75	310	10	7292	315	400	462003081719-1	462003081720-1	462003081721-1
R4-2,0	2,2/3,0	90L-4	3,5	310	10	7294	315	400	462003081722-1	462003081723-1	462003081724-1
R4-3,15	3,7/5,0	100L-4	5,5	300	10	7297	315	400	462003081725-1	462003081726-1	462003081727-1