



Marcelo Trampusch Cavalheiro

Willian Riboli Mariani

**DESENVOLVIMENTO DE UMA BANCADA DE TESTES E
DEMONSTRAÇÃO DE MOVIMENTOS PARA
EQUIPAMENTOS AGRÍCOLAS**

Horizontina

2013

Marcelo Trampusch Cavalheiro

Willian Riboli Mariani

**DESENVOLVIMENTO DE UMA BANCADA DE TESTES E
DEMONSTRAÇÃO DE MOVIMENTOS PARA EQUIPAMENTOS
AGRÍCOLAS**

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: Richard Thomas Lermen, Dr.

Horizontina

2013

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

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a monografia:

**“Desenvolvimento de uma Bancada de Testes e Demonstração de Movimentos
para Equipamentos Agrícolas”**

Elaborada por:

Marcelo Trampusch Cavalheiro

Willian Riboli Mariani

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

**Aprovado em: 03/12/2013
Pela Comissão Examinadora**

**Prof. Dr. Richard Thomas Lermen
Presidente da Comissão Examinadora - Orientador**

**Prof. Me. Cátia Raquel Felden Bartz
FAHOR – Faculdade Horizontina**

**Prof. Dr. Ademar Michels
FAHOR – Faculdade Horizontina**

**Horizontina
2013**

DEDICATÓRIA

Dedicamos aos nossos pais pela educação,
carinho e o apoio recebido em toda nossa vida.

AGRADECIMENTOS

Ao nosso orientador Professor Richard Thomas Lermen pelo apoio e suas orientações metodológicas que contribuíram na realização deste trabalho.

Aos nossos familiares que estiveram ao nosso lado nos momentos mais difíceis durante a realização deste trabalho.

Ao nosso amigo e sócio da empresa São José Industrial, Geraldo N. Recktenwald, que arcou com todos os custos para a realização deste trabalho.

"A mente que se abre a uma nova ideia, jamais volta ao seu tamanho original".

(Albert Einstein)

RESUMO

Atualmente os equipamentos que tem a função de simular movimentos, esforços, dimensões, fazer demonstrações, são muito importantes, tanto para quem fabrica quanto para quem adquirir o produto simulado. São os simuladores que darão argumentos para que o produto testado demonstre realmente seus objetivos de construção. Outra importância dele é que se podem reconhecer possíveis falhas antes da real aplicação, assim como economia de tempo, espaço, custos, auxiliando ainda no correto dimensionamento. Como principal objetivo desse trabalho, destaca-se o dimensionamento e a fabricação de um pequeno e prático simulador de movimentos para alguns tipos de implementos agrícolas que utilizam cilindros hidráulicos como mecanismos de realização de algum tipo de trabalho. Usaram-se como base para a elaboração desse trabalho dois equipamentos agrícolas fabricados por uma empresa de implementos da região, os produtos são um guincho agrícola hidráulico para Big-Bag e um carretão agrícola basculante. A metodologia do trabalho de pesquisa consiste no conhecimento de informações técnicas de uma central hidráulica, assim como o funcionamento de cada componente da central que será fabricada, bem como, algumas equações utilizadas para comprovar o uso dos componentes escolhidos e também o correto dimensionamento. A apresentação e análise dos resultados detalha os passos do desenvolvimento dos cálculos utilizados para avaliar se os componentes escolhidos atendem os objetivos. Como o simulador está sendo fabricado com a utilização de peças usadas, serão usadas as equações a fim de se comprovar que os componentes atenderam aos requisitos desse projeto. Algumas equações são fundamentais como, por exemplo, para calcular a força exercida pelos equipamentos, a pressão do sistema durante o trabalho, entre outras. Com o levantamento de dados relacionados ao simulador, assim com a aquisição dos componentes utilizados no simulador, elaborou-se alguns dimensionamentos para fins de verificação e dimensionamento com as equações feitas na revisão de literatura, busca de mais algumas informações e catálogos dos componentes, onde conclui-se o correto dimensionamento e fabricação do simulador de movimentos.

Palavras-chave: Bancada de Testes. Demonstração dos Movimentos. Sistema Hidráulico.

ABSTRACT

Currently the equipment has the function to simulate movements, efforts, dimensions, do demonstrations, are very important for both the makers and for those who purchased the product simulated. Are the simulators that give arguments to show that the product actually tested their building goals. Another importance is that it can recognize potential failures before the actual implementation, as well as saving time, space, cost, helping even the correct sizing. As the main objective of this paper, we highlight the design and manufacture of a handy little motion simulator for some types of agricultural implements using hydraulic cylinders as mechanisms for carrying out some work. Used as basis for the preparation of this work two agricultural equipment manufactured by a company implements the region, the products are agricultural hydraulic winch for Big-Bag and dray farm truck. The methodology of the research consists in the knowledge of technical information from a central hydraulic as well as the operation of each component of the plant that will be constructed as well, some equations used to prove the use of the components chosen and also the correct sizing. The presentation and analysis of results detailing the steps of the development of the calculations used to assess whether the components meet the objectives chosen. As the simulator is being manufactured with the use of used parts, the equations will be used in order to prove that the components met the requirements of this project. Some fundamental equations are, for example, to calculate the force exerted by the equipment, the system pressure during operation, among others. With the survey data related to the simulator, so with the acquisition of the components used in the simulator, we elaborated some sizing for verification and sizing with equations made in the literature review, searching for some more information and catalogs of components where concluded that the proper design and manufacture of motion simulator.

Keywords: Bench Tests. Statement of Movements. Hydraulic System.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Exemplo de um simulador de Movimentos.....	13
Figura 02: Exemplo de um simulador de Movimentos.....	13
Figura 03: Desenho do Circuito Hidráulico concebido de acordo com a simbologia definida na norma ISO 1219.....	15
Figura 04: Cilindro Hidráulico de Dupla ação.....	16
Figura 05: Cilindro Hidráulico Telescópico.....	16
Figura 06: Cilindro Hidráulico c/ Válvula incorporada.....	16
Figura 07: Válvula Direcional Parker.....	17
Figura 08: Modelo de um Manômetro.....	18
Figura 09: Vista explodida de uma Bomba Hidráulica de Engrenagens.....	19
Figura 10: Filtro de sucção.....	20
Figura 11: Carretão Agrícola Hidráulico Basculante.....	22
Figura 12: Guincho Big-Bag com Chassi regulagem hidráulico.....	23
Figura 13: Esboço do Simulador de Movimentos.....	29
Figura 14: Esboço detalhado do Simulador de Movimentos.....	30
Figura 15 – Reservatório do simulador.....	35
Figura 16 – Comando de válvulas direcionais.....	36
Figura 17 – Motor Elétrico e Bomba de engrenagens.....	36
Figura 18 – Simulador de Movimentos.....	37

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	REVISÃO DA LITERATURA	12
2.1	SIMULADOR DE MOVIMENTOS HIDRÁULICO	12
2.1.1	HIDRÁULICA	14
2.1.2	SISTEMAS HIDRÁULICOS	14
2.2	EQUIPAMENTOS AGRÍCOLAS HIDRÁULICOS	21
2.2.1	CARRETÃO AGRÍCOLA BASCULANTE HIDRÁULICO	21
2.2.2	GUINCHO BIG-BAG COM CHASSI REGULÁVEL HIDRÁULICO	22
2.3	DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA HIDRÁULICO	24
2.3.1	CÁLCULO DA FORÇA	24
2.3.2	CÁLCULO DA PRESSÃO DE TRABALHO DO SISTEMA	24
2.3.3	CÁLCULO DA PRESSÃO NECESSÁRIA PARA MOVIMENTAÇÃO DA CARGA	25
2.3.4	CÁLCULO PARA DIMENSIONAMENTO DO RESERVATÓRIO	25
2.3.5	CÁLCULO PARA DETERMINAÇÃO DA ÁREA DO CILINDRO	26
2.3.6	CÁLCULO PARA DETERMINAÇÃO A VELOCIDADE DE AVANÇO DO CILINDRO	26
3	METODOLOGIA	27
3.1	MÉTODOS E TÉCNICAS	28
3.2	ESBOÇO DO SIMULADOR DE MOVIMENTOS	29
4	APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	31
4.1	MEMORIAL DE CÁLCULO	31
4.1.1	PRESSÃO DE TRABALHO DO SISTEMA	32
4.1.2	CÁLCULO DE VOLUME DO RESERVATÓRIO	33
4.1.3	POTÊNCIA REQUERIDA	34
4.2	SIMULADOR DE MOVIMENTOS	35
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	38
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39
	APÊNDICE A	41
	ANEXO A	42
	ANEXO B	43
	ANEXO C	44
	ANEXO D	45
	ANEXO E	46
	ANEXO F	47
	ANEXO G	48

1 INTRODUÇÃO

Os equipamentos agrícolas são muito importantes nos dias de hoje para o homem do campo, esses exercem as atividades mais pesadas, sem eles muitas atividades levariam muito tempo e custo para serem executadas. Para algumas atividades até teriam que haver muitas pessoas para exercê-las onde um equipamento pode executar sozinho, como é o caso do carretão basculante e do guincho hidráulico.

Para fazer essa simulação, fabricantes usam vários recursos, demonstrações em campo, aplicações específicas de outros maquinários, mas que acabam por gerar muitos custos, tanto na fase de projeto até na hora da venda ao consumidor, tendo que deslocar os equipamentos até o produtor, gerando custos e tempo excessivo de transportes.

Para se reduzir esses custos, tempos excessivos, deslocamento de maquinários substitutos aos simuladores, buscou-se nessa pesquisa responder a seguinte questão: - É possível simular um movimento ou fazer uma demonstração de algum equipamento agrícola através de um dispositivo hidráulico?

A opção de se fazer um simulador de movimentos justifica-se pelo fato de podermos atender os requisitos dos questionamentos acima, pois podem-se fazer simulações e demonstrações com qualidade e perfeição dos equipamentos. Assim, o objetivo geral deste trabalho é desenvolver um simulador para fazer a demonstração dos equipamentos agrícolas através de dispositivos hidráulicos, estes que são fabricados pela empresa São José Industrial.

A fim de responder o questionamento citado alinharam-se os seguintes objetivos específicos:

- Estudar os componentes necessários para dimensionar e construir um simulador;
- Realizar o equacionamento para ver se os componentes adquiridos conseguem atender os requisitos do sistema hidráulico do simulador;
- Apresentar os resultados após a realização dos cálculos;
- Fazer a construção do simulador e simular os movimentos.

2 REVISÃO DA LITERATURA

A revisão de literatura apresenta um embasamento teórico sobre simuladores de movimentos e seus componentes de construção, para um melhor conhecimento ao dimensionar e construir o mesmo.

2.1 SIMULADOR DE MOVIMENTOS HIDRÁULICO

O simulador é um conjunto de componentes usados para realizar trabalho através da transformação de algum tipo de força, exemplo a hidráulica, pneumática, elétrica, em movimento. A maior aplicação dos simuladores são para demonstrações de equipamentos em feiras, cursos, encontros com clientes, etc. Mas, para o desenvolvimento de um simulador precisamos levantar alguns parâmetros importantes para seu pleno funcionamento:

- Qual é o tipo de força necessária e que melhor atende à aplicação para ser transformada em movimento?

- Onde será a aplicação do simulador, espaço físico, tipo de energia primária (por exemplo energia elétrica para o funcionamento) e de fácil acesso?

- Qual o objetivo final para testar o equipamento por completo, ou apenas em algumas funções?

- Qual o objetivo final para testar o equipamento por completo?

São alguns parâmetros que influenciam diretamente no dimensionamento e fabricação do simulador. É através desses parâmetros que se dimensionam a vazão da bomba e a força necessária para simular os movimentos nos equipamentos, a fim de determinar essas primeiras características da central para o correto dimensionamento do sistema. A Figura 01 mostra o exemplo de um simulador utilizado para movimentar os braços de um pulverizador de plantações, o pulverizador normalmente é controlado através de um trator, mas nesse caso usou-se um simulador para movimentar os braços em uma feira, demonstrando com perfeição os movimentos do mesmo:

Figura 01: Exemplo de um simulador de Movimentos.



Fonte: Expointer, 2012

A Figura 02 ilustra um exemplo de um simulador semelhante ao que será desenvolvido neste trabalho.

Figura 02: Exemplo de um simulador de Movimentos.



Fonte: Expodireto, 2013

2.1.1 Hidráulica

Para Fialho (2006) a hidráulica parte do conceito de realizar um trabalho através do deslocamento de um fluido. Através da compressão ou descompressão do mesmo, em ambientes confinados tem uma maneira de mover ou imprimir energia em um sistema através da movimentação ocasionada pelo diferencial de pressão no ambiente onde se encontra o fluido. Essa técnica tem como base o princípio da conservação de energia, mostrando que a energia não pode ser criada e nem destruída, apenas transformada em outras formas de energia. Com base nesse princípio e no que diz respeito a sistemas conservativos pode-se dizer que:

$$\text{Energia Mecânica inicial} = \text{Energia Mecânica final.}$$

Como na maioria dos simuladores, a função do mesmo é apenas demonstrar partes móveis, movimentos, etc. Para o simulador de movimentos dimensionado a seguir será considerado como um sistema conservativo, pois apesar de ter algumas perdas elas são irrelevantes à transformação de praticamente toda a energia hidráulica em movimento.

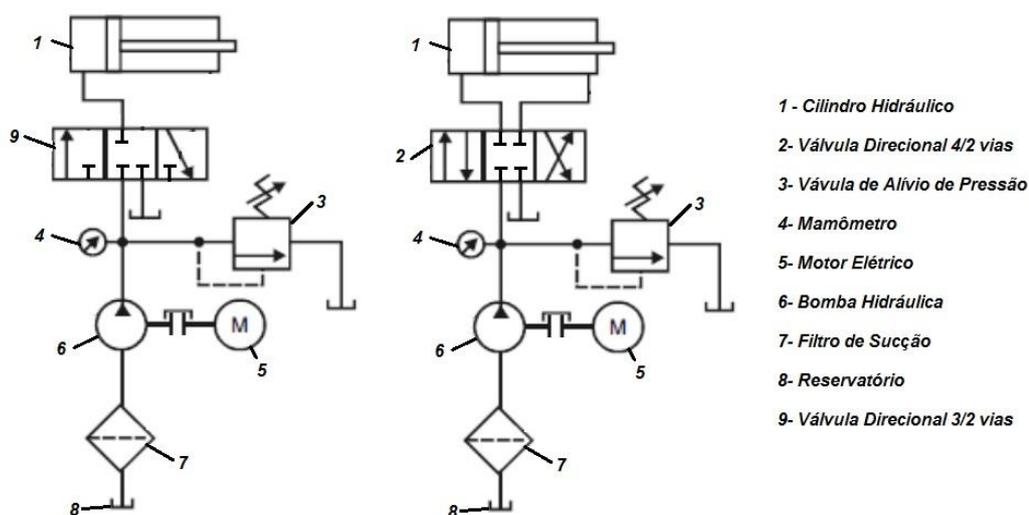
2.1.2 Sistemas Hidráulicos

Segundo Linsingen (2003), os sistemas hidráulicos são conjuntos de elementos físicos que associados e utilizando algum tipo de fluido que faz a transferência de energia, permitindo a transmissão e controle de forças e movimentos de algum equipamento acoplado a eles. O mesmo autor afirma que um sistema hidráulico é o meio através do qual uma forma de energia de entrada é convertida e condicionada a ter como saída a energia mecânica capaz de realizar movimentos.

Logo Serrano (2007), diz que a maior evolução no controle dos sistemas hidráulicos ocorreu no século XX, particularmente na segunda guerra mundial. Assim, esse sistema foi evoluindo em diversas áreas como automobilística, agricultura, transporte, aviação, náutica, máquinas para movimento de terra e até máquinas de ensaios mecânicos, por exemplo, a de fadiga. Os componentes de controle dos sistemas hidráulicos continuam hoje evoluindo devido ao avanço da eletrônica, da informática e da instrumentação.

A Figura 03 mostra o desenho do circuito hidráulico utilizado para o simulador como exemplo de sistema, este composto por um cilindro, uma válvula direcional 4/2 vias, uma válvula de alívio de pressão, um manômetro, um motor elétrico, uma bomba de engrenagens, um filtro de sucção, um reservatório e uma válvula direcional 3/2 vias:

Figura 03: Desenho do Circuito Hidráulico concebido de acordo com a simbologia definida na norma ISO 1219.



Fonte: Marcelo e Willian, 2013

Os cilindros hidráulicos são responsáveis em transformar a energia do sistema em movimento. O que simulou-se em nossa bancada é o movimento desses tipos de cilindros hidráulicos, que já estão acoplados aos equipamentos, por isso, desenvolveremos a bancada para movimentos e simulação dos cilindros, sendo necessário conhecê-los para ajudar no desenvolvimento da mesma.

Estes tipos de cilindros são utilizados para a realização dos mais diversos trabalhos, como elevação, rotação, tração, prensagem, etc.

A Figura 04 mostra uma imagem do cilindro hidráulico de dupla ação:

Figura 04: Cilindro Hidráulico de Dupla ação.



Fonte: TUTTO HIDRÁULICOS, 2010

A Figura 05 mostra uma imagem do cilindro hidráulico telescópico:

Figura 05: Cilindro Hidráulico Telescópico.



Fonte: TUTTO HIDRÁULICOS, 2010

A Figura 06 mostra uma imagem do cilindro com válvula incorporada:

Figura 06: Cilindro Hidráulico c/ Válvula incorporada.



Fonte: TUTTO HIDRÁULICOS, 2010

As válvulas direcionais são utilizadas para direcionar o sentido do fluxo de fluido bem como controlar a pressão na tubulação adjacente, possibilitando diversas formas de acionar os atuadores do sistema (cilindros ou motores). Simplificando seu funcionamento, é ela que indicará o sentido da haste do cilindro, fazendo o mesmo avançar ou retroceder, exercendo um movimento. Existem alguns tipos de válvulas direcionais que possuem acopladas no seu funcionamento as válvulas de alívio de pressão, que são responsáveis em dar segurança ao sistema, quando por ventura

for feita uma pressão superior à requerida e para fazer o retorno do fluido quando o sistema estiver ligado, mas não acionado. O funcionamento das válvulas direcionais pode ser dado de maneira mecânica, manual ou elétrica (BOSCH,1985). A Figura 07 demonstra um comando de válvulas direcionais:

Figura 07: Válvula Direcional Parker.



Fonte: Catálogo Parker, 2006.

Para Palmieri (1997), os manômetros são instrumentos destinados a receber no seu interior uma determinada pressão e indicá-la, em termos de unidade de pressão, ao observador. Podem ter diferentes tipos de apresentação, porém, os mais utilizados em sistemas hidráulicos, são aqueles de mostrador circular e ponteiro.

Observa-se na Figura 08 um modelo de manômetro da empresa Stauff do Brasil.

Figura 08: Modelo de um Manômetro.



Fonte: Stauff do Brasil, 2013

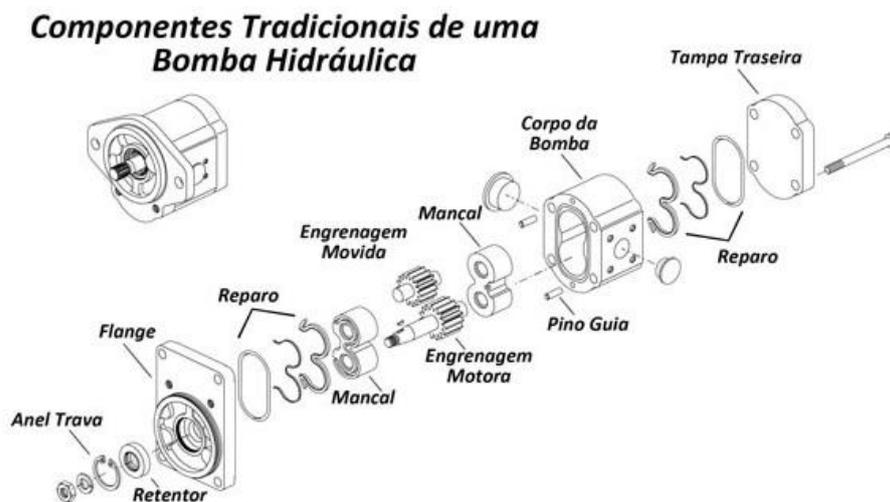
Conforme Uliana (2013), o motor elétrico é uma máquina que converte a energia elétrica em energia mecânica (movimento rotativo), possui construção simples e custo reduzido, além de ser muito versátil e não poluente. O motor elétrico tornou-se um dos mais notórios inventos do homem ao longo de seu desenvolvimento tecnológico. A finalidade básica dos motores é o acionamento de máquinas, equipamentos mecânicos, eletrodomésticos, entre outros.

Segundo Palmieri (1997), a bomba hidráulica é responsável pela geração da vazão dentro de um sistema hidráulico. Portanto, também é ela que faz o acionamento dos atuadores (cilindros hidráulicos).

Para Neves (2005), a bomba hidráulica tem como função empurrar o óleo hidráulico para dentro do sistema e, dessa forma ela geralmente incorpora pistões, palhetas ou engrenagens, como elementos de bombeamento. A bomba não gera somente pressão, ou seja, a pressão do óleo é resultado da resistência ao deslocamento do fluido. A bomba secciona por diferença de pressão o óleo de um reservatório. Esta diferença de pressão é resultado de um “vácuo momentâneo”, gerado continuamente por um motor conectado a bomba.

A Figura 09 mostra o detalhamento da bomba hidráulica utilizada no simulador:

Figura 09: Vista explodida de uma Bomba Hidráulica de Engrenagens.



Fonte: OTTO, Sistemas Hidráulicos, 2013

Caletti (2003), afirma que os filtros são os responsáveis pela redução a um nível aceitável do tamanho e da concentração de partículas contaminantes do fluido de trabalho, que acabariam diminuindo a vida útil dos componentes de um sistema hidráulico.

Palmieri (1997), afirma que o filtro é o responsável pela filtragem de todo fluido que retorna ao tanque, sendo carregado de impurezas que foram absorvidas no ciclo do trabalho.

Na Figura 10, observa – se um modelo de filtro de retorno.

Figura 10: Filtro de sucção.



Fonte: Stauff do Brasil, 2013

Para Fialho (2011), o filtro que entra é obrigado a passar pelo elemento filtrante condicionado a partir de um papel poroso especial de 10 micrômetros de abertura de poro, resultando assim uma excelente filtragem.

Palmieri (1997) destaca que o fluido utilizado num sistema hidráulico qualquer deve ser armazenado de tal forma que ele nunca seja insuficiente ou excessivo. O reservatório, portanto, deve suprir tanto as necessidades mínimas como máximas do sistema hidráulico.

De acordo com Renner (2010), o emprego primário do reservatório é no armazenamento do fluido utilizado no sistema hidráulico dimensionado de acordo com a necessidade para a aplicação. Outras funções do reservatório são: dissipação de calor gerado no sistema hidráulico, separar o ar, água e materiais sólidos o fluido e, em alguns casos, suporte da bomba, motor de acionamento e outros componentes de controle e segurança.

2.2 EQUIPAMENTOS AGRÍCOLAS HIDRÁULICOS

A segunda parte da revisão da literatura traz uma descrição dos equipamentos que terão seus movimentos simulados, com o objetivo de realizar algum tipo de trabalho através da transformação da força hidráulica em movimento.

2.2.1 Carretão Agrícola Basculante Hidráulico

É utilizado para operações de transporte de todos os tipos de materiais, o mesmo é acoplado ao trator. Logo, podemos visualizar algumas das suas características principais:

- Possui um sistema de rodado que tandem para melhor transporte em terrenos acidentados;
- Possui um sistema de descarregamento movido por cilindro hidráulico com acionamento no trator;
- Capacidade de carga de 6000 Kg;
- Tampa traseira articulável tanto na horizontal como na vertical, possibilitando assim, o carregamento de materiais através da tampa traseira, podendo também ser retirada;
- Sistema de abertura automática da tampa quando a caçamba é basculante.

O simulador fará a substituição do trator nesse caso, para a simulação do movimento de descarregamento do carretão, usando o mesmo cilindro e mangueiras que seriam utilizadas pelo trator.

O mecanismo de descarregamento desse carretão se baseia em um cilindro hidráulico telescópico situado na parte inferior da caçamba do mesmo, que com a energia hidráulica nele inserida através do trator, faz a caçamba levantar no seu lado dianteiro e ao mesmo tempo abrir a tampa traseira, fazendo o trabalho de descarregar os materiais através da saída aberta pela tampa.

A Figura 11 mostra um Carretão Agrícola Basculante Hidráulico da São José Industrial:

Figura 11: Carretão Agrícola Hidráulico Basculante.



Fonte: São José Industrial, 2013

2.2.2 Guincho Big-Bag com Chassi Regulável Hidráulico

Desenvolvido para movimentar cargas com rapidez, segurança e economia. É construído em tubos leves e resistentes, acoplável em tratores agrícolas com e sem sistemas hidráulicos, indispensáveis para carga e descarga de implementos e materiais em geral na sua propriedade.

O guincho é um implemento de várias utilidades para o homem do campo, pois este ajuda desde o transporte de cargas, outros implementos, materiais em geral até colheita de frutas. Logo, podemos visualizar algumas das suas características principais:

- Possui chassi regulável para melhor estabilidade no serviço em terrenos desnivelados, e pneus que ajudam a aliviar o peso no levante do hidráulico no trator, permitindo ao operador maior segurança e agilidade;
- Tem capacidade máxima de 2000 Kg e altura de 5,5 m e ainda gira num eixo de 90° facilitando o transporte com bag's;

- Pode-se utilizar um gancho normal ou um gancho especial com quatro pontas (especial para bag's).

Seu funcionamento consiste no movimento de cargas através da força hidráulica de um trator, que quando acoplado ao mesmo transforma essa força em movimento através dos cilindros hidráulicos. Podendo fazer movimentos laterais num ângulo de 90°, assim como podem chegar a uma altura de 5,5 metros na sua extremidade. Possuem chassi com opção de regulagem de abertura para dar segurança ao operador do mesmo em terrenos onde existem deformidades, assim, como também os pneus de design específico para essa função, sendo esses mais largos e resistentes a altas pressões, para não afundarem em terrenos macios. Suporte de rodas com giros de 360° para auxiliar no manuseio e deslocamento do mesmo quando está carregado, como também possui uma trava para o uso do deslocamento que será feito apenas num sentido (para frente e para trás).

A Figura 12 demonstra um Guincho Big-Bag com chassi regulável hidráulico da São José Industrial:

Figura 12: Guincho Big-Bag com Chassi regulagem hidráulico.



Fonte: São José Industrial, 2013

2.3 DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA HIDRÁULICO

Ainda como revisão da literatura, o conhecimento das equações usadas para fazer os referentes cálculos foi com o intuito de obter um melhor dimensionamento da bancada didática com a função de suprir a necessidade dos equipamentos, a fim de simular os movimentos dos equipamentos citados acima. Conforme Halliday (1996), as fórmulas utilizadas para dimensionarmos o simulador de movimentos serão citadas a seguir:

2.3.1 Cálculo da força

Como o objetivo do simulador é de apenas simular movimentos, o cálculo da força exercida pelo mesmo deve ser baseado somente na estrutura dos equipamentos que serão utilizados pelo simulador. A fórmula para sabermos a força necessária para elevação da carga do guincho e do carretão é fornecida na Equação (1), sendo fundamental para encontrar a força que o cilindro irá fazer para simular o equipamento:

$$\vec{F} = m * \vec{g} \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

\vec{F} = Força (N);

m = massa (kg);

\vec{g} = gravidade (m/s²).

2.3.2 Cálculo da Pressão de trabalho do sistema

Para calcular a pressão de trabalho do sistema, têm-se como dados a potência no sistema e a vazão da bomba, conforme mostra a Equação (2):

$$P = \frac{p * Q}{600} \quad (\text{Equação 2})$$

Onde:

P = Potência do Sistema (kW);

p = Pressão de Trabalho do Sistema (bar);

Q = Vazão do Sistema (l/min).

2.3.3 Cálculo da Pressão necessária para movimentação da carga

Para o cálculo da pressão requerida à movimentação da carga, tomamos como base a Equação (3):

$$P = \frac{\vec{F}}{A} \quad (\text{Equação 3})$$

Onde:

P = Pressão Requerida (bar);

\vec{F} = Força (N);

A = Área (m²).

2.3.4 Cálculo para dimensionamento do Reservatório

Segundo Racine (1987), um sistema hidráulico qualquer deve ter um volume mínimo de três vezes à vazão da bomba mais 10% da vazão dessa bomba.

Onde calculamos o dimensionamento do reservatório, usando a fórmula descrita na Equação (4):

$$V_{res} = 3Q_{bomba} + 0,1Q_{bomba} \quad (\text{Equação 4})$$

Onde:

V_{res} = Volume do Reservatório (l);

Q = Vazão da Bomba (l/min).

2.3.5 Cálculo para determinação da área do cilindro

A Equação (5) descreve o cálculo necessário para determinação da área mínima êmbolo do cilindro:

$$A = \pi * r^2 \quad (\text{Equação 5})$$

Onde:

A = Área do cilindro (m²);

r = raio (cm).

2.3.6 Cálculo para determinação a velocidade de avanço do cilindro

O cálculo para determinarmos a velocidade de avanço do cilindro é fornecido pela Equação (6):

$$Q = v * A \quad \text{ou} \quad v = \frac{Q}{A} \quad (\text{Equação 6})$$

Onde:

Q = Vazão da bomba (l/min);

v = Velocidade de avanço (m/s);

A = Área (m²).

3 METODOLOGIA

Como procedimentos metodológicos de pesquisa para a realização do dimensionamento e fabricação proposto, definiu-se o seguinte:

- Identificou-se o embasamento teórico pertinente através dos conceitos necessários para dimensionar um simulador de movimentos hidráulicos;
- Identificou-se o equacionamento necessário para o desenvolvimento do dimensionamento bem como as unidades utilizadas;
- Realizou-se uma visita técnica na empresa para a identificação dos equipamentos que necessitam ser simulados para ajuda na seleção dos elementos necessários ao dimensionamento e fabricação;
- Realizou-se os cálculos para o dimensionamento de equipamentos, optando-se por seguir nos cálculos referenciando-se apenas em um equipamento, o carretão, pois o mesmo requer mais força para sua simulação;
- Definiu-se para a fabricação, pelo uso de componentes hidráulicos usados, por ser de fácil localização e baixo custo, como a bomba hidráulica, motor elétrico de 2cv (1,47 kw), o reservatório, suporte de filtro e comando de válvulas direcionais, os demais componentes hidráulicos necessários foram localizados através de catálogos dos fabricantes disponíveis, como as mangueiras internas do sistema, acoplamentos, conexões, etc;
- Analisou-se e avaliou-se os resultados encontrados no dimensionamento proposto.
- Realizou-se a fase de fabricação do protótipo com os componentes adquiridos, com a ajuda dos cálculos acima. Foi considerado o conceito de que o simulador deve ser prático e de fácil locomoção, por isso, foram usados componentes que resultassem em menos peso. A menor quantidade possível de chapas e barras cantoneiras para sua estrutura externa, resultando em uma forma estrutural menor para fácil deslocamento do simulador;
- Definiu-se esta metodologia a melhor maneira para atingir o objetivo geral deste trabalho, pois com a importância de um correto dimensionamento iniciou-se um estudo dos componentes do sistema hidráulico. Realizaram-se também, cálculos seguidos de análises a fins de comparação para saber se o

simulador atenderia os requisitos do objetivo final que é a simulação dos equipamentos.

3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS

O conhecimento dos principais itens utilizados para o dimensionamento e fabricação do simulador no ramo hidráulico é de fundamental importância para o início deste trabalho.

- Realizar visita à empresa para coletar as informações necessárias dos implementos agrícolas que iremos fazer as simulações, conhecer seus funcionamentos e características funcionais.
- O estudo sobre sistemas hidráulicos, familiarizando-se com o embasamento teórico desse trabalho, assim como os elementos que o compõe.
- Conceituar o simulador de movimentos, descrevendo seu funcionamento, levantando informações técnicas e teóricas da mesma e seus componentes.
- Aquisição dos componentes, pois os mesmos serão a base de início para os cálculos que serão desenvolvidos durante o próximo passo.
- Cálculos que serão efetuados, tanto para dimensionar como para ver se os componentes adquiridos atenderão os requisitos do projeto e unidades utilizadas.
- Os cálculos começam pelos pesos dos equipamentos movimentados pelo sistema hidráulico, isto é, como mencionado anteriormente, foi selecionado pelo equipamento que mais necessitará de força para seu movimento ser simulado, nesse caso será o do carretão, por possuir maior peso da sua estrutura movimentada pelo simulador. Após isso, seguem-se aos demais cálculos necessários para o sistema de simulação, como, a vazão da bomba que é dada pela sua característica, foi selecionada uma bomba de 15l/min. de vazão, definida pelo seu fabricante ajudando a encontrar a pressão máxima nela exercida durante a simulação assim como a capacidade do reservatório do simulador. Os demais componentes, como cilindros e mangueiras não serão necessário fazer os cálculos, pois os mesmos já acompanham o

equipamento para ser testado, que já foram dimensionados no projeto de cada equipamento que vão ser simulados os movimentos.

- Procurar os demais componentes em catálogos de fabricantes já com os valores dos coeficientes básicos para a simulação.

Estes são os principais passos a seguir para o desenvolvimento do simulador de movimentos hidráulico.

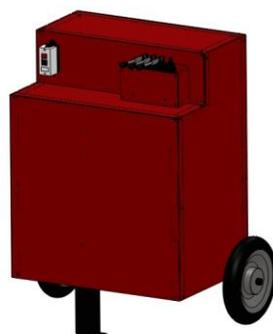
3.2 ESBOÇO DO SIMULADOR DE MOVIMENTOS

Foi desenvolvido um pré-projeto para auxiliar em como deve-se dispor os componentes do sistema dentro de uma única máquina. Após concluída essa pré-montagem dos componentes conseguiu-se ter a real dimensão que o simulador terá, podendo assim, melhor descrever seu funcionamento.

Seu funcionamento se baseia diretamente na substituição da força hidráulica do trator pela força hidráulica gerada pelo simulador. A força gerada pelo simulador vem de um pequeno sistema hidráulico, que transforma a energia elétrica de um motor de 2cv em movimento para uma bomba hidráulica, que por sua vez faz sucção do óleo para dentro do sistema hidráulico, com o auxílio de válvulas direcionais esse óleo é direcionado para cilindros hidráulicos, responsáveis pelos movimentos dos equipamentos.

Na Figura 13 tem-se um esboço do simulador de movimentos hidráulicos, desenvolvido pelo grupo.

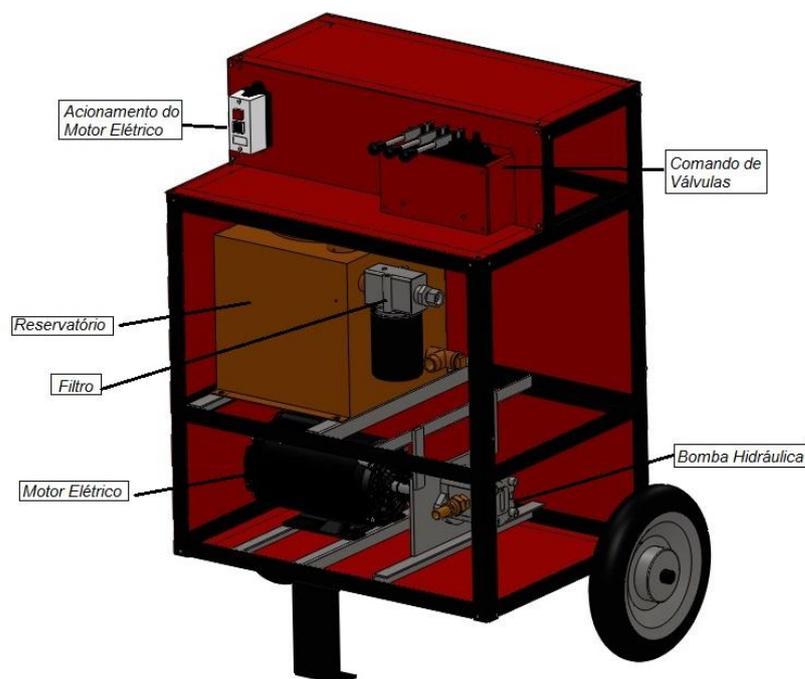
Figura 13: Esboço do Simulador de Movimentos.



Fonte: Marcelo e Willian, 2013

Na Figura 14 tem-se o simulador de movimentos com suas principais partes.

Figura 14: Esboço detalhado do Simulador de Movimentos.



Fonte: Marcelo e Willian, 2013

No esboço detalhado, na Figura 14, podemos identificar os principais componentes do simulador:

- Botoneira liga/desliga: componente que aciona o motor elétrico do sistema;
- Comando de Válvulas: responsável pelo controle e fluxo do fluido, onde tem-se a direção do movimento;
- Reservatório: local onde fica armazenado o fluido do sistema;
- Filtro: que faz a limpeza do fluido ao retornar ao reservatório depois de passar pelo sistema;
- Motor Elétrico: faz o movimento da bomba hidráulica;
- Bomba Hidráulica: responsável em transferir o fluido para dentro do sistema, consequentemente acionando os atuadores de movimentos.

Assim formando um sistema hidráulico completo para o simulador de movimentos.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Através das informações obtidas pelo embasamento teórico, iniciaram-se os cálculos necessários para fazer o dimensionamento e a fabricação do simulador de movimentos hidráulicos, ou seja, cálculos que definem melhor sua utilidade e sua capacidade.

4.1 MEMORIAL DE CÁLCULO

O ponto de partida é dimensionar qual equipamento requer maior esforço do sistema para fazer a simulação dos movimentos, para isso, utiliza-se a Equação (1) para fins de cálculos.

Primeiramente, considera-se o peso da estrutura de cada equipamento juntamente com a gravidade para saber qual o equipamento que necessita de um maior esforço do sistema.

Para o dimensionamento do Guincho Big-Bag somam-se os pesos do braço de levante que é de 105 kg, suporte Bag que é de 30 kg e o material a ser levantado para a demonstração que é de 30 kg, obtendo-se um total de 165 kg multiplicando pela gravidade para saber a força exercida pelo equipamento sobre o cilindro, que é o componente que será aplicada a força hidráulica pelo simulador.

$$\vec{F} = m * \vec{g}$$

$$\vec{F} = 165 * 9,81$$

$$\vec{F} = 1650N$$

Para o dimensionamento do Carretão Agrícola Basculante somam-se as massas da caçamba lateral fixa que é de 570 kg, a tampa da caçamba que é de 101 kg, obtendo-se um total de 671 kg que é multiplicado pela gravidade para saber o esforço exercido pelo equipamento sobre o cilindro, o componente que será aplicada a força hidráulica pelo simulador.

$$\begin{aligned}\vec{F} &= m * \vec{g} \\ \vec{F} &= 681 * 9,81 \\ \vec{F} &= 6710N\end{aligned}$$

Com isso, definiu-se que o carretão tem a necessidade de uma força quatro vezes maior que a do guincho Big-Bag para exercer o movimento, ou seja, os cálculos serão estimados nos valores encontrados para a simulação do carretão, pois se a central movimentar o maior esforço conseqüentemente, também vai fazer a simulação do menor, no caso do Guincho Big-Bag.

Antes de dimensionar o sistema hidráulico, sabe-se que o cilindro que vai ser usado é um cilindro telescópico, este que terá três estágios, com diâmetros de 76 mm, 61 mm e 46 mm, sendo utilizado o menor diâmetro para os cálculos, pois a pressão exercida sobre o mesmo é maior. A bomba utilizada é uma bomba de engrenagens com uma capacidade de 15 l/min e um motor de 2 cv, rotação de 1750 rpm e uma potência de 1,47 kw.

4.1.1 Pressão de trabalho do Sistema

Para o cálculo de pressão de trabalho do sistema utilizou-se a Equação (2), sendo que a potência requerida pela bomba que é de 1,47 kw e a vazão da bomba que é de 15 l/min.

$$\begin{aligned}P &= \frac{p * Q}{600} \\ 1,47 &= \frac{p * 15}{600} \\ p &= 58,8 \text{ bar}\end{aligned}$$

Logo a pressão necessária pelo sistema é de 58,8 bar, sendo que está dimensionada para suprir a pressão de trabalho do sistema com os componentes escolhidos.

Conseqüentemente, para determinar a pressão mínima requerida para que o sistema funcione utiliza-se a Equação (3), onde foi feita a relação da força que é de 6710 N pelo diâmetro do cilindro que é de 46 mm.

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

$$P = \frac{\vec{F}}{(\pi * r^2)}$$

$$P = \frac{6710}{(\pi * 2,3^2)cm^2}$$

$$P = 403,75N/cm^2$$

$$P = 40,37 \text{ bar}$$

Comparando com os dados calculados anteriormente, chegou-se a conclusão que os componentes atendem a pressão necessária para realizar os movimentos. Lembrando que essa é a pressão mínima requerida para movimentar o embolo do cilindro com a carga, ou seja, simular o movimento do carretão.

4.1.2 Cálculo de volume do reservatório

Para o cálculo do volume do reservatório foi utilizada a Equação (4), que foi calculada em cima da vazão da bomba que é de 15 l/min. Sendo que para calcular o volume do sistema hidráulico deve-se ter um volume mínimo de três vezes a vazão da bomba mais 10% da vazão dessa bomba.

$$V_{res} = 3Q_{bomba} + 0,1Q_{bomba}$$

$$V_{res} = 3 * 15 + 0,1 * 15$$

$$V_{res} = 46,5l$$

O cálculo anterior mostra o volume necessário para um sistema não conservativo, que necessitaria de resfriamento ou uma quantidade maior de fluido e por segurança do sistema contra algum tipo de vazamento, mas como apenas simularam-se os movimentos e as mangueiras dos equipamentos que já contém óleo dentro das mesmas, utilizou-se um tamanho reduzido de reservatório, até porque nosso objetivo é minimizar espaço dentro do local de simulação, utilizando-se um reservatório de apenas 27 litros.

De acordo com LINSINGEN (2001), a velocidade recomendada para a durabilidade das vedações e um bom funcionamento do cilindro é de 0,1 m/s, isso quando há grandes massas a movimentar. Portanto, recomenda-se a utilização de

amortecimento hidráulico para minimizar os efeitos de choque de fim de curso contra o cabeçote ou tampa de fundo, causado pela transformação de energia cinética em energia de pressão e/ou pela inércia da massa acoplada à haste, isso ocorrendo dentro do cilindro hidráulico.

Após, calcula-se a velocidade de avanço do cilindro de acordo com a Equação (6), mas para isso, primeiramente utiliza-se a Equação (5) para saber a área do cilindro, sendo que neste caso será utilizado o cilindro de maior diâmetro, pois é nele que terá a maior vazão.

Então, como foi dito no parágrafo anterior, utilizou-se a parte do cilindro de maior diâmetro, essa que tem 78 mm e nela foi calculada a área do cilindro.

$$A = \pi * r^2$$

$$A = \pi * 3,9^2$$

$$A = 47,78 \text{ cm}^2$$

$$A = 0,004778 \text{ m}^2$$

A partir desta área utiliza-se a Equação (6) para calcular a maior velocidade de avanço que o cilindro de maior diâmetro possui, obtendo-se a vazão da bomba sendo 15 l/min juntamente com a área acima calculada que é de 0,004778 m².

$$Q = v * A$$

$$(15 \text{ l/min}) 0,00025 \text{ m}^3/\text{s} = v * 0,004778 \text{ m}^2$$

$$v = 0,05232 \text{ m/s}$$

Para fins de comparação conforme LINSINGEN (2001), o valor da velocidade deu abaixo do recomendado, ou seja, o cilindro está bem dimensionado de acordo com a bomba.

4.1.3 Potência Requerida

Conforme Equação (2) calculou-se a potência requerida pelo sistema, essa que é de acordo com a vazão da bomba de 15 l/min e a pressão mínima requerida pelo sistema que é de 40,37 bar.

$$P = \frac{p * Q}{600}$$
$$P = \frac{40,37 * 15}{600}$$
$$P = 1,009kw$$

Mediante esse último cálculo, entende-se que será atendida a potência requerida, pois a potência que o motor produz é de 1,47 kw.

4.2 SIMULADOR DE MOVIMENTOS

Após os cálculos efetuados, executou-se a montagem dos componentes que compõem o simulador de movimentos, para que se tivesse uma noção real do projeto.

A Figura 15 traz detalhes do reservatório desenvolvido para o simulador:

Figura 15 – Reservatório do simulador.



Fonte: Marcelo e Willian, 2013

A Figura 16 traz imagem do comando de válvulas direcionais utilizado pelo grupo:

Figura 16 – Comando de válvulas direcionais.



Fonte: Marcelo e Willian, 2013

A Figura 17 traz imagem do motor elétrico e a bomba de engrenagens utilizadas:

Figura 17 – Motor Elétrico e Bomba de engrenagens.



Fonte: Marcelo e Willian, 2013

A Figura 18 traz imagem do simulador de movimentos fabricado pelo grupo:

Figura 18 – Simulador de Movimentos.



Fonte: Marcelo e Willian, 2013

Com a montagem dos componentes teve-se a real dimensão que o simulador pode atingir, podendo assim ter sua estrutura definida e atingindo um dos principais requisitos que é o de ser compacto e prático para o deslocamento em feiras e eventos, além de simular os movimentos com qualidade.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho foi desenvolvida uma bancada que simula os movimentos de equipamentos agrícolas, tais como: Carretão 6000 kg e Guincho Big-Bag. Também foi realizado um memorial de cálculo e através do mesmo foram dimensionados os principais componentes da bancada a fim de suprir as necessidades dos equipamentos.

Na revisão da literatura, relataram-se os equacionamentos utilizados para o dimensionamento do simulador requerido juntamente com as suas principais partes, em seguida realizaram-se os cálculos para o desenvolvimento da bancada e com base nos objetivos propostos pelo trabalho de pesquisa, assim desenvolveu-se o simulador de movimentos, onde pode-se concluir que:

- Apresentou-se a força do equipamento que possui uma maior carga para fins de cálculos.
- Realizou-se os cálculos necessários para o dimensionamento dos componentes do sistema hidráulico através de dados iniciais fornecidos pela São José Industrial;
- Outros componentes hidráulicos como válvulas e filtros, foram selecionados através de catálogos sem necessidades de fazer equações.
- Após os cálculos, foram determinado os componentes que possuem o melhor rendimento e especificação de acordo com os valores obtidos.
- Utilizamos uma bomba de engrenagem porque é uma bomba que opera em alta pressão e por ter baixa manutenção;
- Escolheu-se um motor de 2 CV, pois sua tensão é monofásica e esse não possui muita potência, dependendo da situação e local a ser utilizado o simulador, pode não existir redes elétricas com tensões ou potências mais altas, o que limitaria o seu uso;

Portanto, concluiu-se que é possível fazer a demonstração de um equipamento agrícola e também a simulação de seus movimentos com o auxílio de um dispositivo hidráulico, isso tudo através das equações feitas, estas que garantiram o bom funcionamento do sistema hidráulico da bancada e de seus componentes.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOSCH, **Treinamento hidráulico – curso thr 1985**, Bosch Hidráulica Ltda.

CALETTI, L. **Desenvolvimento de um Protótipo de Sistema Especialista para Projeto de Unidade de Potência Hidráulica**. 2003. Dissertação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

EXPODIRETO. Produtos. 2013. Visita realizada em 08 março 2013.

EXPOINTER. Produtos. 2012. Disponível em: < www.expointer.rs.gov.br/ >. Acesso em: 10 setembro 2013.

FIALHO, A. B. **Automação hidráulica**: Projetos, dimensionamento e análise de circuitos, 4ª edição. São Paulo 2006. Editora Érica.

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

HALLIDAY D., RESNICK R., WALKER J. **Fundamentos de Física 3**. São Paulo: Livros técnicos e Científicos Editora, 4a Edição, 1996.

ISO 1219. **Simbologia**. Disponível em: < <http://www.abnt.org.br> > Acesso em 10 setembro 2013.

LINSINGEN, I. V. **Fundamentos de Sistemas Hidráulicos**. Florianópolis: Editora da UFSC, 2001.

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

NEVES, C. A. **Melhoria na Estação de Tratamento de Efluentes de uma Empresa Metal Mecânica de Produção de Componentes Hidráulicos**. 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia/ Engenharia Ambiental e Tecnologias Limpas) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

OTTO SISTEMAS HIDRÁULICOS. 2011. Disponível em: < <http://ottosistemas.com.br/noticias.php?ler=Mjg5> >. Acesso em: 31 outubro 2013.

PALMIERI, A. C. **Manual de Hidráulica Básica**. 10. ed. Porto Alegre: Albarus Sistemas Hidráulicos Ltda, 1997.

PARKER Hydraulics. **Comando Direcional Múltiplo Série VO40**. – Catálogo HY-2018 BR. Cachoeirinha: Parker Hannifin Ind. Com. Ltda., Abril 2006.

RACINE Sistemas Hidráulicos Ltda. **Manual de hidráulica básica**. 6.ed. Porto Alegre: Racine Hidráulica Ltda, 1987.

RENNER, R. **Projeto e Construção de uma Unidade de Potência e Condicionamento Hidráulico**. 2010. Trabalho de Conclusão de Curso – Departamento de Tecnologia, Universidade Regional do Noroeste do Rio Grande do Sul, Panambi, 2010.

SÃO JOSÉ INDUSTRIAL. Produtos. 2013. Disponível em: < www.saojoseindustrial.com.br/ >. Acesso em: 05 agosto 2013.

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, 2007.

Stauff do Brasil. **Diagtronics** 2013. Disponível em: < <http://www.br.stauff.com> >. Acesso em: 03 set. 2013

TUTTO HIDRÁULICOS. **Catálogo 2010**. Disponível em: < http://www.tuttohidraulicos.com.br/cilindros_hidraulicos.php >. Acesso em: 02 set. 2013.

ULIANA J. E. **Curso Técnico em Plásticos**. Disponível em: < <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAALy8AC/motores-eletricos> > Acesso em: 11 novembro 2013.

APÊNDICE A

PROCEDIMENTO DE OPERAÇÃO DO SIMULADOR DE MOVIMENTOS

Antes de pôr o simulador em funcionamento, verifique:

- a) O nível de óleo do reservatório (pelo nível marcador encontrado na tampa do reservatório). Todos os tampões, juntas e plugues devem estar apertados.
- b) As conexões de mangueiras devem estar interligadas corretamente.
- c) Certifique de que as válvulas estejam conectadas corretamente.
- d) As mangueiras não devem interferir no movimento de avanço e recuo dos cilindros.
- e) Ajuste a válvula limitadora de pressão quando o sistema estiver ligado.
- f) A trajetória dos atuadores deve estar desimpedida, livre de sujeiras, panos, trapos, etc.
- g) Verifique se todas as proteções de segurança estão nos lugares certos.
- h) Verifique se os engates rápidos estão acoplados de maneira correta.
- i) Verifique se os circuitos estão conectados corretamente.
- j) Usar a válvula direcional 3/2 somente para os equipamento com cilindro telescópico.
- k) Utilizar as válvulas direcionais 4/2 somente para os equipamentos com cilindros de dupla ação.
- l) Inspeccione visualmente as mangueiras, o cilindro, as vedações e certifique-se de que os mecanismos das válvulas estejam livres de obstruções.
- m) O simulador hidráulico deve estar limpo antes do início da operações.

ATENÇÃO: Não ative a unidade até que o circuito tenha sido inspecionado.

ANEXO A

TABELA DO CILINDRO HIDRÁULICO TELESCÓPICO

Art.	Tipo Type	Corsa Stroke mm	N° Sfilate Extensions	Portata Capacity 180 bar q.li	Ø Sfilate mm Ø Extensions mm				Dimensioni martinetto mm. Cylinder dimensions mm.								Peso Weight Kg	Capacità Capacity Lt
					Ø 46	Ø 61	Ø 76	Ø 91	A	B	C	Ø D	Ø E	Ø F	G	H		
52001	2020F	460	2	35					105	185	100	80	35	26	340	27	12	1,1
52003	2021F	530	2	35					105	185	100	80	35	26	375	27	13,3	1,3
52005	2022F	600	2	35					105	185	100	80	35	26	410	27	14,5	1,5
52007	2023F	700	2	35					105	185	100	80	35	26	460	27	16,2	1,7
52009	2024F	800	2	35					105	185	100	80	35	26	510	27	17,9	2
52011	2025F	900	2	35					105	185	100	80	35	26	560	27	20,5	2,2
52013	2026F	1000	2	35					105	185	100	80	35	26	610	27	22,2	2,4
50119	3021F	500	2	60					115	195	105	95	35	31	368	32	18,5	2
50121	3022F	600	2	60					115	195	105	95	35	31	418	32	20,7	2,3
50123	3023F	700	2	60					115	195	105	95	35	31	468	32	23,3	2,7
50125	3024F	800	2	60					115	195	105	95	35	31	518	32	25,3	3
52015	3025F	900	2	60					115	195	105	95	35	31	568	32	27,5	3,5
52017	3026F	1000	2	60					115	195	105	95	35	31	618	32	30	3,8
52203	2030F	400	3	50					115	195	102	95	35	26	255	27	12,5	1,4
50111	2031F	500	3	50					115	195	102	95	35	26	285	27	14,5	1,6
50113	2032F	600	3	50					115	195	102	95	35	26	315	27	15,5	2
50115	2033F	700	3	50					115	195	102	95	35	26	345	27	16,5	2,2
50117	2034F	800	3	50					115	195	102	95	35	26	380	27	18	2,5
52019	2035F	900	3	50					115	195	102	95	35	26	415	27	19	2,8
52021	2036F	1050	3	50					115	195	102	95	35	26	465	27	20,5	3,3
52023	2037F	1300	3	50					115	195	102	95	35	26	545	27	24	4
52025	2038F	1500	3	50					115	195	102	95	35	26	615	27	27	4,7
50127	3030F	500	3	70					135	215	102	112	35	31	292	32	18,8	2,5
50129	3031F	600	3	70					135	215	102	112	35	31	322	32	22	2,8
50131	3032F	700	3	70					135	215	102	112	35	31	352	32	23,5	3,3
50133	3033F	800	3	70					135	215	107	112	35	31	387	32	26	3,8

Art.	Tipo Type	Corsa Stroke mm	N° Sfilate Extensions	Portata Capacity 180 bar q.li	Ø Sfilate mm Ø Extensions mm					Dimensioni martinetto mm. Cylinder dimensions mm.								Peso Weight Kg	Capacità Capacity Lt
					Ø 46	Ø 61	Ø 76	Ø 91	Ø 107	A	B	C	Ø D	Ø E	Ø F	G	H		
50135	3034F	900	3	70						135	215	107	112	35	31	422	32	28,5	4,2
50137	3035F	1050	3	70						135	215	107	112	35	31	472	32	30,5	5
52027	3036F	1300	3	70						135	215	107	112	35	31	552	32	35,5	6
52029	3037F	1500	3	70						135	215	107	112	35	31	622	32	40	7
52051	3060F	500	4	80						135	215	90	112	35	26	222	25	15	2
52031	3061F	600	4	60						135	215	99	112	35	26	269	27	18	2,4
52033	3062F	680	4	60						135	215	104	112	35	26	289	27	19	2,7
52035	3063F	800	4	60						135	215	104	112	35	26	319	27	21	3,2
52037	3064F	920	4	60						135	215	104	112	35	26	349	27	22	3,6
52039	3065F	1060	4	60						135	215	104	112	35	26	384	27	24	4,3
52041	3066F	1200	4	60						135	215	104	112	35	26	420	27	26	4,7
52043	3067F	1400	4	60						135	215	104	112	35	26	470	27	29	6
52045	3068F	1700	4	60						135	215	104	112	35	26	549	27	33,8	6,7
52047	3069F	2000	4	60						135	215	104	112	35	26	620	27	37,8	7,9
50139	3041F	680	4	90						150	230	109	124	40	31	294	32	24	4
50141	3042F	850	4	90						150	230	109	124	40	31	334	32	27	5
50143	3043F	950	4	90						150	230	109	124	40	31	364	32	29	5,6
50145	3044F	1050	4	90						150	230	109	124	40	31	389	32	32	6,2
50147	3045F	1200	4	90						150	230	109	124	40	31	424	32	34	7
50149	3046F	1300	4	90						150	230	109	124	40	31	449	32	36,5	7,5
50151	3047F	1500	4	90						150	230	109	124	40	31	499	32	39	8,7
50153	3048F	1700	4	90						150	230	109	124	40	31	554	32	43	10
52049	3049F	2000	4	90						150	230	109	124	40	31	624	32	48,2	11,5
52053	3090F	500	5	80						150	230	90	124	40	26	192	25	16	2,5
50155	3050F	700	5	80						150	230	106	124	40	26	261	27	21,5	3,5

ANEXO B

CATÁLOGO DE MOTORES ELÉTRICOS

Motores Elétricos Trifásicos

STANDARD



- Potências: 0,16 a 0,75cv;
- Polaridades: 2, 4, 6 e 8 pólos;
- Categoria: "N", conforme ABNT NBR 17094-1;
- Grau de proteção: IP56, conforme ABNT NBR IEC 60034-5;
- Tensões: 220/380V, 380/660V ou 220/380/440V;
- Frequências: 60Hz e 50Hz sob consulta;
- Isolamento: 155°C (Classe "F") e elevação de temperatura 80°C;
- Carcaças normalizadas, conforme IEC 60072 e ABNT NBR 15623-1;
- Forma construtiva: B3D (Padrão), conforme ABNT NBR 5031;
- Mancais com rolamentos de esferas e graxa para alta temperatura;
- Rendimento padrão conforme ABNT NBR 17094-1;
- Cor: Azul, RAL 5007.

ALTO RENDIMENTO



- Potências: 0,16 a 300cv;
- Polaridades: 2, 4, 6 e 8 pólos;
- Categoria: "N", conforme ABNT NBR 17094-1;
- Grau de proteção: IP56, conforme ABNT NBR IEC 60034-5;
- Tensões: 220/380V, 380/660V ou 220/380/440V;
- Frequências: 60Hz e 50Hz sob consulta;
- Isolamento: 155°C (Classe "F") e elevação de temperatura 80°C;
- Carcaças normalizadas, conforme IEC 60072 e ABNT NBR 15623-1;
- Forma construtiva: B3D (Padrão), conforme ABNT NBR 5031;
- Mancais com rolamentos de esferas e graxa para alta temperatura;
- Rendimento aprovado pelo INMETRO;
- Cor: Verde RAL 6002.

MOTOFREIO Alto Rendimento



- Potências: 0,5 a 15cv;
- Polaridades: 2, 4, 6 e 8 pólos;
- Categoria: "N", conforme ABNT NBR 17094-1;
- Grau de proteção: IP56, conforme ABNT NBR IEC 60034-5;
- Tensões: 220/380V, 380/660V ou 220/380/440V;
- Frequências: 60Hz e 50Hz sob consulta;
- Isolamento: 155°C (Classe "F") e elevação de temperatura 80°C;
- Carcaças normalizadas, conforme IEC 60072 e ABNT NBR 15623-1;
- Forma construtiva: B3D (Padrão), conforme ABNT NBR 5031;

Motor IP44



- Potências: 1/4 a 5cv;
- Polifusores: 2 e 4 pólos;
- Grau de proteção: IP44, conforme ABNT NBR IEC 60034-5;
- Frequência: 60Hz e 50Hz;
- Tensões: 220/380, 380/660V ou 220/380/440V;
- Isolamento: 130° C (Classe "B");
- Carcaças normalizadas: NEMA MG-1-48, 56, 56H e IEC 10DE (especial);
- Cor: Cinza Munsell N.6.5.

Motor IP21 NEMA 48 a 182/4T



- Potências: 0,25 a 5cv;
- Polaridades: 2 e 4 pólos;
- Grau de proteção: IP21, conforme ABNT NBR IEC 60034-5;
- Frequências: 60Hz e 50Hz;
- Tensões: 220/380V, 380/660V e 220/380/440V;
- Isolamento: 130°C (Classe "B");
- Carcaças normalizadas: NEMA MG-1-48, 56, 56H e 182/4T;
- Cor: Cinza Munsell N.6.5.

Motores Elétricos Monofásicos

Motor IP56 uso rural



- Potências: 1 a 12,5cv;
- Polaridades: 2 e 4 pólos;
- Grau de proteção: IP56, conforme ABNT NBR IEC 60034-5;
- Frequências: 60Hz e 50Hz;
- Tensão em 60Hz: 110-127/220-254V ou 220-254/440-508V;
- Tensão em 50Hz: 220V ou 220/440V;
- Isolamento: 130° C (Classe "B");
- Carcaças normalizadas, conforme ABNT NBR 15623-1; 90S e 132N;
- Forma construtiva: B3D (Padrão), conforme ABNT NBR 5031;
- Cor: Cinza Munsell N.6.5.

Motor IP44



- Potências: 1/4 a 5cv;
- Polaridades: 2 e 4 pólos;
- Grau de proteção: IP44, conforme ABNT NBR IEC 60034-5;
- Frequências: 60Hz e 50Hz;
- Tensão em 60Hz: 110-127/220-254V ou 220-254/440-508V;
- Tensão em 50Hz: 220V ou 220/440V;
- Isolamento: 130° C (Classe "B");
- Carcaças normalizadas, conforme NEMA MG-1-48, 56, 56H e IEC 10DE (especial);
- Forma construtiva: B3D (Padrão), conforme ABNT NBR 5031;
- Cor: Cinza Munsell N.6.5.

Motor IP21 NEMA 48, 56 e 182/4T



- Potências: 1/8 a 5cv;
- Polaridades: 2 e 4 pólos;
- Grau de proteção: IP21, conforme ABNT NBR IEC 60034-5;
- Frequências: 60Hz e 50Hz;
- Tensão em 60Hz: 110-127/220-254V ou 220-254/440-508V;
- Tensão em 50Hz: 220V ou 220/440V;
- Isolamento: 130° C (Classe "B");
- Carcaças normalizadas NEMA MG-1-48, 56, 56H e 182/4T;
- Forma construtiva: B3D (Padrão), conforme ABNT NBR 5031;
- Cor: Cinza Munsell N.6.5.

Opcionais:

Motores trifásicos IP56:

- Categoria "H" ou "D";
- Outros graus de proteção;
- Outras tensões;
- Isolamento 180°C (Classe "H");
- Outras formas construtivas;
- Labirinto taconite;
- Protetores térmicos;
- Resistência de aquecimento;
- Ventilação forçada;
- Encoder, entre outros.

Motores trifásicos e monofásicos IP44 e IP21:

- Outros graus de proteção;
- Eixo em inox;
- Outras tensões;
- Isolamento 155°C (Classe "F") ou 180°C (Classe "H");
- Outras formas construtivas;
- Protetores térmicos.

Consulte nosso departamento de Engenharia de Aplicações



NOVA
www.novamotors.com.br

As informações contidas neste material poderão ser alteradas sem prévio aviso. Março/2011

Motores Elétricos. Desempenho, qualidade e durabilidade.

ANEXO C

CATÁLOGO PARKER - COMANDOS HIDRÁULICOS

Catálogo HY-2018 BR

Informações Técnicas

Comando Direcional Múltiplo

Série VO40

Descrição geral

A válvula VO40 é um comando direcional múltiplo de centro-aberto com a flexibilidade de permitir a montagem de múltiplas seções. Consistente com essa tecnologia, ela é simples em sua aplicação, confiável e de fácil manutenção e custo efetivo. O desenvolvimento global reflete as expectativas de performance e qualidade dos atuais desenvolvedores de máquinas. As hastes possuem usinagem precisa e entalhes de controle (ou "metering notches") nas três regiões críticas – centro aberto, linha de pressão e linha de tanque, o que otimiza o controle simultâneo. A moderna técnica de usinagem de precisão garante um baixo vazamento interno. Adicionalmente, cada seção de trabalho possui retenção de carga para garantir que a carga não apresente movimento indesejável durante operação simultânea. Todas estas características, e mais as listadas abaixo, são para elevar a controlabilidade das máquinas para um nível superior.

Operação

A válvula VO40 incorpora a tradicional tecnologia de centro-aberto. É normalmente utilizada em sistemas com bombas de vazão constante, onde o fluxo é direcionado diretamente ao tanque quando as hastes estão em neutro. Quando uma ou mais hastes são acionadas, o fluxo é direcionado para o atuador. A vazão para o atuador depende da posição da haste e da configuração dos entalhes de controle. Os entalhes de controle das hastes podem ser desenvolvidos para atender às cargas resistivas (controle "meter-in") e cargas negativas (controle "meter-out"). Para atender aos circuitos com múltiplas bombas, estão disponíveis admissão intermediária para divisão de vazão, ou para somar as vazões.

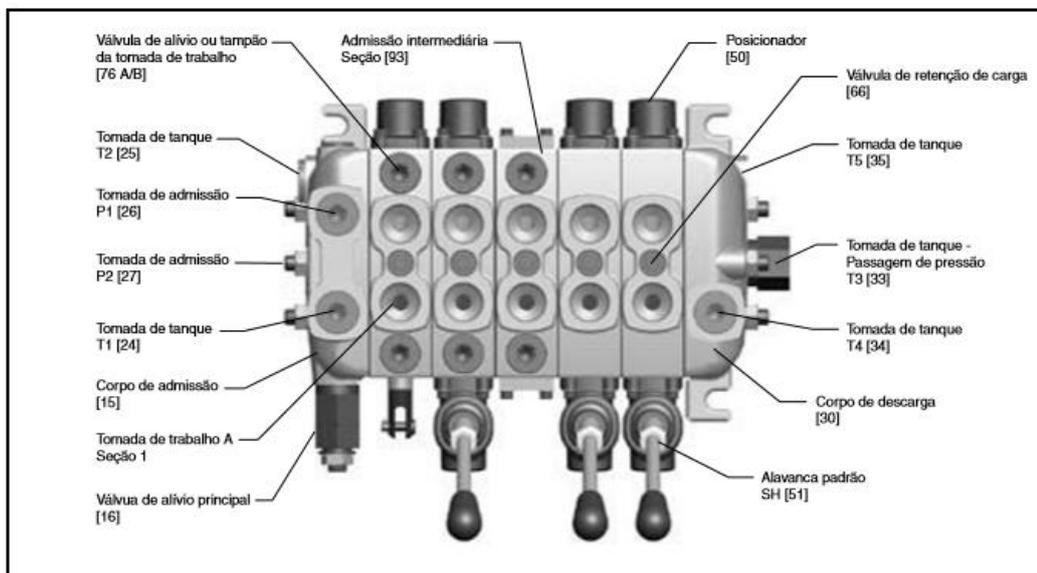


Benefícios

- **Ótima controlabilidade** – especialmente durante operação simultânea, isto é possível devido ao projeto da haste e do corpo que dá ao VO40 um ótimo "metering".
- **Melhor controle simultâneo** – tendo válvulas de retenção de carga em cada seção de trabalho garante que a carga não irá apresentar movimento indesejado, quando acionadas duas ou mais hastes ao mesmo tempo.
- **Repetibilidade** – usinagem especial nos corpos garante a consistência na controlabilidade de válvula para válvula. Isto significa que a posição relativa da haste e do corpo é controlável e previsível. O resultado é um controle consistente dos movimentos da máquina.
- **Reduzida fadiga do operador** – a linha de passagem do centro-aberto na forma "Y" reduz os esforços de acionamento permitindo um esforço contínuo e consistente em ambas as posições de trabalho.
- **Reduzida queda da carga de trabalho** – baixo vazamento interno é obtido pelo uso de modernas técnicas de usinagem de precisão. Além disso, para as funções onde é requerido praticamente nenhuma queda, estão disponíveis corpos de trabalho com retenções pilotadas.
- **Tamanho reduzido** – as válvulas auxiliares das tomadas de trabalho são instaladas internamente à válvula, permitindo que a alavanca seja posicionada próxima ao corpo da válvula.
- **Fácil manutenção** – a forma de fixação dos tirantes da válvula permite que um corpo de trabalho seja substituído sem desmontar todo o conjunto. Isto é possível removendo apenas o tirante superior e afrouxando os demais. Com isto, o tempo de parada é reduzido.
- **Fácil conversão da posição da alavanca** – tanto os corpos de trabalho como as hastes são simétricos (hastes 4 vias), o que permite a troca da posição da alavanca sem a troca de peças.
- **Maior vida das vedações das hastes** – o conjunto da alavanca fechado protege a haste e as vedações da haste contra contaminações, e de eventual corrosão.

ANEXO D

CATÁLOGO PARKER - COMANDOS HIDRÁULICOS



Especificações

Pressões	Tomadas de admissão: 300 Bar (4350 PSI)
	Tomadas de tanque: 50 Bar (735 PSI)
	Tomadas de trabalho: 300 Bar (4350 PSI)
Vazões (máxima recomendada)	40 LPM (10.6 GPM)
Pressão interna Piloto	Necessária para uso com solenóides Consulte a fábrica
Vazamento interno da tomada de trabalho para o tanque	Máx. 6 mL/min @ 172 Bar (2500 PSI) Temp. do óleo 50°C (122°F) e viscosidade 40 cST

Pesos

Pesos aproximados devido às variações possíveis.

Corpo de admissão com válvula de alívio	1,92 kg
Corpo de descarga	1,88 kg
Corpo central com válvulas de alívio e alavanca	1,93 kg
Corpo central sem válvulas de alívio e alavanca	1,98 kg
Corpo central com válvulas de retenção pilotada	2,10 kg
Conjunto Joystick	0,80 kg

Conexões

Válvulas "standard" são disponíveis com tomadas SAE #6 ou SAE #8 (J1926/1).

Também disponível em BSP 3/8" (DIN 3852/2) e M18 x 1,5 (SAE J2244/2 ou ISO 6149-2).

Tomada	Localização	SAE #8	SAE #6	BSP	Métrica
P1 e P2	Admissão	3/4-16 UNF	9/16-18 UNF	3/8-19 BSP	M18 x 1,5
T1 e T2	Admissão	3/4-16 UNF	9/16-18 UNF	3/8-19 BSP	M18 x 1,5
P3	Descarga	3/4-16 UNF	9/16-18 UNF	3/8-19 BSP	M18 x 1,5
T3	Descarga	3/4-16 UNF	9/16-18 UNF	3/8-19 BSP	M18 x 1,5
PB1	Descarga	3/4-16 UNF	9/16-18 UNF	3/8-19 BSP	M18 x 1,5
Tomadas de trabalho	Corpos centrais	3/4-16 UNF	9/16-18 UNF	3/8-19 BSP	M18 x 1,5
Tomada para manômetro	Admissão	7/16-20 UNF	7/16-20 UNF	1/4-19 BSP	M14 x 1,5
PC (hidráulico remoto)	Corpos centrais	7/16-20 UNF	7/16-20 UNF	1/4-19 BSP	M14 x 1,5
PT (acionamento pneumático)	Corpos centrais	1/8 NPT	1/8 NPT	1/8 NPT	1/8 NPT

ANEXO E

CATÁLOGO DE COMPONENTES HIDRÁULICOS

PH PÓVOA HIDRÁULICA
SOC. IMPORT. COMP. P/ CARROÇARIAS, LDA.

← mini-central 220V

← filtro de pressão

← elemento filtrante OMT

← filtro OMT Série CS

← filtro BZ

← filtro OMT Série F

← cilindro d. efeito

← cilindro d. efeito com rólulas

← manómetros

← acessórios Walterscheid

← acoplamentos Rotex

← acoplamentos TDZ (grande caudal)

← acoplamentos ISO e DIN

← acoplamentos VCR e Tema

← guincho hidráulico

hidráulica

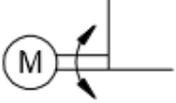
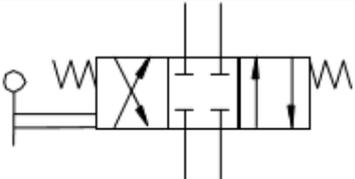
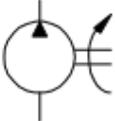
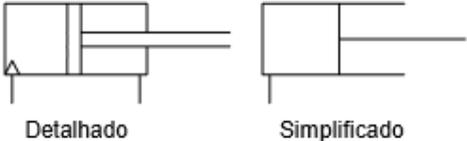
ANEXO F

CATÁLOGO DE BOMBAS HIDRÁULICAS



ANEXO G

SIMBOLOGIA – NORMA ISO 1219

9.3.3.5	Motor elétrico		
9.4.3	<p>Se o entendimento não for prejudicado, os símbolos dos elementos de acionamento da posição central de válvulas de três posições podem ser desenhados ao lado dos retângulos das extremidades</p>		
10.1.2.1	Bomba hidráulica	Bomba hidráulica com um sentido de escoamento, deslocamento fixo e um sentido de rotação	
10.3.2.1	Cilindro pneumático de ação simples e haste simples	Retorno por força não especificada, com haste em somente um lado do êmbolo e exaustão da área anelar para atmosfera	
12.2.2.1	Filtro genérico	Símbolo geral	