



Cristian Michel Petenon

**DIMENSIONAMENTO DE UM SISTEMA HIDRÁULICO PARA
UMA BANCADA DE ENSAIOS MECÂNICOS**

Horizontina

2015

Cristian Michel Petenon

**DIMENSIONAMENTO DE UM SISTEMA HIDRÁULICO PARA UMA
BANCADA DE ENSAIOS MECÂNICOS**

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

2015

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

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a monografia:

**“Dimensionamento de um sistema hidráulico para uma bancada de ensaios
mecânicos”**

Elaborada por:

Cristian Michel Petenon

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

**Aprovado em: 25/11/2015
Pela Comissão Examinadora**

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

**Prof. Me. Anderson Dal Molin
FAHOR – Faculdade Horizontina**

**Prof. Me. Luis Carlos Wachholz
FAHOR – Faculdade Horizontina**

**Horizontina
2015**

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho a todos os colegas e amigos, juntamente a namorada Francine Freddo, Pai Jorge, Mãe Rosane, e todos os professores da FAHOR.

AGRADECIMENTOS

Aos colegas e amigos que apoiaram essa jornada da vida, juntamente com o Pai Jorge e Mãe Rosane que foram inigualáveis nos auxílios, fornecendo uma base familiar sólida para desenvolvimento de outras atividades sem haver grandes preocupações extras. A namorada Francine Freddo que abdicou algumas horas para liberdade de desenvolvimento de trabalhos e outras atividades complementares, aos professores que acompanham todo o desenvolvimento pessoal e conhecimento durante este período, em especial, Andeson Dal Molin e Richard Tomas Lermen pelo grande auxílio nesta caminhada, e principalmente a Deus, por proporcionar a vida a nós.

“Tenho a impressão de ter sido uma criança brincando à beira-mar, divertindo-me em descobrir uma pedrinha mais lisa ou uma concha mais bonita que as outras, enquanto o imenso oceano da verdade continua misterioso diante dos meus olhos.”

(Isaac Newton)

RESUMO

Este trabalho apresenta o dimensionamento e seleção de componentes de uma bancada para realização de ensaios mecânicos. A bancada foi desenvolvida com o princípio de acionamento de um cilindro hidráulico através de comando hidráulico que direciona o fluido até o cilindro, este por sua vez tem como função realizar o deslocamento linear, tanto de avanço, quanto de retorno para realização de ensaios mecânicos. Para o desenvolvimento da bancada foi feita pesquisa bibliográfica para conhecimento de outras bancadas existentes, e posterior desenvolvimento do sistema hidráulico, a partir disso foi realizado o dimensionamento e seleção do cilindro hidráulico adequado, juntamente a seleção da bomba e posterior dimensionamento do volume do reservatório. Após dimensionamentos, foi selecionada a válvula direcional do sistema, a válvula reguladora de vazão, a válvula de alívio, as mangueiras, o filtro, e o fluido hidráulico adequado ao sistema. Portanto, uma bancada de ensaios mecânicos foi dimensionada com a posterior seleção dos componentes adequados.

Palavras-chave:

Dimensionamento – Bancada de Ensaio – Sistema Hidráulico

ABSTRACT

This paper presents the design and selection of components of a bench for mechanical testing. The bench was developed with the drive principle of a hydraulic cylinder through a hydraulic command that directs the fluid to the cylinder, this in turn has the function of performing the linear movement, both advancement, the return to mechanical testing. For the development of the bench was bibliographical research for knowledge of other existing countertops, and further development of the hydraulic system, as it was held the sizing and selection of the appropriate hydraulic cylinder along the pump selection and subsequent sizing of the tank volume. After sizing, was selected the directional valve system, the flow control valve, the relief valve, hoses, filter, and the appropriate hydraulic fluid to the system. Therefore, a mechanical test bench was sized with subsequent selection of suitable components.

Keywords:

Sizing - Tests Bench – Hydraulics

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 JUSTIFICATIVA.....	13
1.2 OBJETIVOS	13
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	14
2.1 ENSAIOS MECÂNICOS E MÁQUINA UNIVERSAL DE ENSAIOS.....	14
2.2 SISTEMAS HIDRÁULICOS	15
2.3 CILINDRO HIDRÁULICO	16
2.4 BOMBA DE ENGRENAGENS EXTERNA.....	16
2.5 RESERVATÓRIO HIDRÁULICO	17
2.6 VÁLVULAS DIRECIONAIS	17
2.6.1 VÁLVULAS DE ALÍVIO.....	18
2.6.2 VÁLVULAS REGULADORA DE VAZÃO	18
2.7 MANGUEIRAS HIDRÁULICAS	18
2.8 FILTRO HIDRÁULICO	19
2.9 FLUÍDO HIDRÁULICO	19
3.METODOLOGIA	20
3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS	20
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	22
4.1 MEMORIAL DE CÁLCULO	23
4.1.1 DIMENSIONAMENTO DO CILINDRO HIDRÁULICO.....	23
4.1.2 SELEÇÃO DA BOMBA HIDRÁULICA.....	25
4.1.3 DIMENSIONAMENTO DO VOLUME DO RESERVATÓRIO	26
4.1.4 SELEÇÃO DA VÁLVULA DIRECIONAL.....	27
4.1.5 SELEÇÃO DA VÁLVULA REGULADORA DE VAZÃO	27
4.1.6 SELEÇÃO DA VÁLVULA DE ALÍVIO.....	27
4.1.7 SELEÇÃO DAS MANGUEIRAS HIDRÁULICAS.....	28
4.1.8 SELEÇÃO DO FILTRO.....	28
4.1.9 SELEÇÃO DO FLUÍDO HIDRÁULICO	28
5 CONCLUSÕES	29
6 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	30
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31
ANEXO A – CATÁLOGO DA VÁLVULA DIRECIONAL	33
ANEXO B – CATÁLOGO DO ACIONAMENTO DA VÁLVULA DIRECIONAL	34
ANEXO C – CATÁLOGO DA VÁLVULA REGULADORA DE VAZÃO.....	35
ANEXO D – CATÁLOGO VÁLVULA REGULADORA DE PRESSÃO	36
ANEXO E – CARTA NOMOGRÁFICA	37
ANEXO F – CATÁLOGO DE MANGUEIRAS HIDRÁULICAS.....	38
ANEXO G – CATÁLOGO FILTROS HIDRÁULICOS	39
ANEXO H – FICHA TÉCNICA ÓLEO HIDRÁULICO.....	40

1 INTRODUÇÃO

Ensaio mecânico possibilita a comparação entre materiais, identificando o seu comportamento de modo a verificar se apresenta as propriedades que os torna adequados ao uso. Na indústria os ensaios mecânicos são responsáveis pela identificação de possíveis falhas em componentes garantindo a qualidade dos produtos fabricados, sendo eles divididos em vários tipos, os principais ensaios realizados em máquinas universais são o de tração, de compressão, de dobramento, flexão, torção e fadiga.

Para realização destes ensaios há a necessidade de utilização de uma máquina ou bancada de ensaios mecânicos com a capacidade de criar um diagrama de carga versus deslocamento, baseadas no movimento de um cilindro hidráulico de forma linear.

Este trabalho apresenta o dimensionamento de uma bancada de ensaios mecânicos de forma a possibilitar a futura construção juntamente com a seleção dos componentes e o desenvolvimento do diagrama hidráulico, onde foi necessário dimensionar o cilindro hidráulico, selecionar a bomba hidráulica, dimensionar o volume do reservatório, selecionar a válvula direcional, a válvula reguladora de pressão, a válvula de alívio, as mangueiras hidráulicas, o filtro e o fluido hidráulico, de modo a possibilitar o correto funcionamento do sistema.

O sistema foi dimensionado de acordo com a premissa que a bancada deveria realizar ensaios de até 588,6 kN a uma pressão de trabalho de 180 bar.

1.1 JUSTIFICATIVA

Visando a futura construção de uma bancada universal de ensaios, este trabalho busca dimensionar um sistema hidráulico, o qual possa ser construído de modo a realizar ensaios de tração, compressão, entre outros.

Tendo em vista que a bancada favorecerá o entendimento de condições estruturais de projetos juntamente com a análise dos componentes do sistema ensaiado, está facilitará o desenvolvimento de projetos acadêmicos com ensaios mecânicos obtendo as principais propriedades dos materiais, tais como: tensão máxima de cisalhamento, tensão de ruptura, entre outras.

1.2 OBJETIVOS

Esse trabalho tem como objetivo geral o dimensionamento do sistema hidráulico de uma bancada para realização de ensaios mecânicos, a qual possibilitará ensaiar peças ou conjuntos de modo a identificar as propriedades mecânicas de corpos de provas. Para alcançar o objetivo geral os seguintes objetivos específicos foram seguidos:

- a) Dimensionar do cilindro hidráulico;
- b) Selecionar a bomba hidráulica;
- c) Dimensionar do volume do reservatório hidráulico;
- d) Selecionar as válvulas do sistema;
- e) Selecionar as mangueiras hidráulicas;
- f) Selecionar o filtro de óleo;
- g) Selecionar o óleo hidráulico.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Na revisão da literatura são apresentados os conceitos principais para o correto funcionamento de uma bancada de ensaios mecânicos, nos quais apresentam-se os ensaios mecânicos e a máquina universal de ensaios. Também é conceituado o sistema hidráulico, onde apresentam-se o cilindro hidráulico, a bomba de engrenagens externa, o reservatório, a válvula direcional, válvula de alívio, de regulagem de vazão, as mangueiras, o filtro e o fluido hidráulico.

2.1 ENSAIOS MECÂNICOS E MÁQUINA UNIVERSAL DE ENSAIOS

Segundo Garcia (2012) todos os projetos mecânicos ou de engenharia requer sua viabilização. Devido a isso é necessário o conhecimento dos materiais disponíveis e seus comportamentos quando submetidos a esforços juntamente com as principais finalidades que os ensaios possuem, as quais se classificam entre permitir a obtenção de informações sobre o produto e o desenvolvimento de novas informações sobre os materiais.

Para a determinação das propriedades mecânicas ou novas informações, diz Souza (2000) que é possível determiná-las através de vários ensaios, e que são geralmente destrutivos, pois promovem a ruptura ou inutilização do material. Na categoria dos ensaios destrutivos estão classificados os ensaios de tração, dobramento, flexão, torção, fadiga, impacto, compressão, entre outros. Estes ensaios mecânicos são realizados pela aplicação de esforços nos materiais na forma de tração, compressão, flexão, torção, cisalhamento e pressão interna, que servem para determinar a resistência do material a cada um desses esforços, todos eles realizado em uma máquina de ensaios mecânicos.

Para obtenção de informações de rotina Callister (2002) destaca que ensaios mecânicos são procedimentos padronizados que compreendem testes, cálculos, gráficos e consultas a tabelas, tudo isso em conformidade com normas técnicas. Ele também diz que ensaios de rotina consiste em submeter um objeto já fabricado ou um material que vai ser processado industrialmente a situações que simulam os esforços sofridos nas condições reais de uso, chegando a limites extremos de sollicitação, e assim, obtendo-se as informações necessárias para análise do material.

Callister (2002) diz, que mesmo se for de forma destrutiva deve-se ensaiar materiais, porque é por meio desses ensaios que se verifica se os materiais apresentam as propriedades que os tornarão adequados ao seu uso. Este é um item necessário para o controle de qualidade de empresas, o qual precisa começar pela matéria-prima e deve ocorrer durante todo o processo de produção, incluindo a inspeção e os ensaios nos produtos acabados.

Cita Callister (2002), os ensaios mecânicos servem para identificar se os materiais dos corpos de prova ou estruturas construídas apresentam as propriedades admissíveis aos projetos, pois é evidente que os conjuntos construídos possuem características necessárias para suportar os esforços submetidos.

Garcia (2012) diz que os ensaios mecânicos permitem que seja determinada as propriedades mecânicas que se referem ao comportamento do material quando sob ação de esforços expressas em função de tensão e ou deformações. Possibilitando através dos ensaios mecânicos a identificação das respostas internas do material quando submetidos a esforços externos, podendo obter propriedades como a resistência, elasticidade, plasticidade, resiliência e a tenacidade dos materiais.

Callister (2002) destaca que com as propriedades mecânicas dos materiais definidas é possível prever o comportamento do material quando sujeito a cargas externas, sua capacidade de resistir ou transmitir esses esforços sem fraturar ou deformar de forma incontrolada.

2.2 SISTEMAS HIDRÁULICOS

Para Linsingen (2003) um sistema hidráulico é um conjunto de elementos associados possibilitando a passagem de um fluido, utilizado como meio de transferência de energia, através do qual a forma de energia que entra é convertida e condicionada de modo a ter como saída energia mecânica utilizável. Sendo assim, a combinação dos elementos físicos ou componentes permitem o controle e a limitação da energia mecânica.

Linsingen (2003) destaca que a entrada de energia no sistema normalmente ocorre pela conversão da energia elétrica ou térmica em mecânica. Esta energia de entrada no sistema é convertida através dos motores para energia mecânica que é transferida para o fluido hidráulico e por meio de válvulas essa energia é submetida

a uma unidade de conversão secundária, a qual transforma a energia do fluido para energia mecânica por meio de componentes hidráulicos, tais como: cilindros hidráulicos e motores hidráulicos.

2.3 CILINDRO HIDRÁULICO

Para Palmieri (1994) os cilindros hidráulicos são chamados de atuadores lineares devido ao movimento retilíneo em conjunto com a transmissão de força, sendo que a principal função deste componente é de converter a força, potência e energia de hidráulica para mecânica.

Já Linsingen (2003) diz que os cilindros hidráulicos são denominados motores lineares, descritos com a mesma função anterior, porém são classificados de acordo com a ação do tipo construtivo e modo de fixação, ele também diz que os cilindros hidráulicos são denominados consumidores, devido ao consumo da vazão do sistema.

Porém, Palmieri (1994) classifica os cilindros hidráulicos de acordo com a sua função de ação, dividindo-os em dois grupos, os cilindros hidráulicos de simples ação e de dupla ação. Os cilindros de simples ação são denominados devido a atuação do cilindro ser realizada em apenas um sentido por força de fluido e o outro sentido por qualquer outro agente que não o fluido hidráulico. Já os cilindros de dupla ação são denominados assim devido ao movimento do pistão ser realizado pelo fluido hidráulico em qualquer uma das tomadas de pressão.

Palmieri (1994) informa que o maior interesse em cilindros hidráulicos é a força que ele pode fornecer juntamente com a velocidade de trabalho.

2.4 BOMBA DE ENGRENAGENS EXTERNA

Para Linsingen (2003) as bombas de engrenagem externas consistem em um par de engrenagens iguais montadas em uma carcaça dimensionada havendo uma entrada e saída de fluido hidráulico, tendo esta vedação apropriada. Uma das engrenagens é fixa a um eixo de transmissão de força e a outra é montada livremente sobre o corpo girando em função da engrenagem motora.

Palmieri (1994) diz que a bomba hidráulica em um sistema é responsável pela geração da vazão dentro de um sistema hidráulico, sendo ela a responsável

pelo acionamento do atuador hidráulico ou consumidores. Ele também diz que as bombas de engrenagem geram uma determinada vazão devido ao constante engrenamento de duas ou mais rodas dentadas fazendo assim a movimentação do sistema.

2.5 RESERVATÓRIO HIDRÁULICO

Palmieri (1994) destaca que um reservatório hidráulico possui inúmeras funções, entre elas, a mais evidente é o armazenamento de fluido hidráulico. Porém, não é só isso, ele também diz que o reservatório hidráulico é responsável pelo resfriamento do óleo e precipitação das impurezas.

Palmieri (1994) comenta que o correto dimensionamento do reservatório hidráulico é fundamental para dissipação do calor que é gerado pelo fluxo do fluido, que em contato com as paredes do tanque o calor do fluido é trocado por condução e radiação devido ao calor ser transmitido de um corpo mais quente para outro mais frio. Outro fator importante é a precipitação de impurezas, devido ao retorno do fluido ao reservatório depositando sujeira no fundo de modo a formar uma espécie de borra, isso é dado devido ao correto dimensionamento do reservatório causado pela redução da velocidade do fluido ao retornar do sistema hidráulico.

2.6 VÁLVULAS DIRECIONAIS

Segundo Linsingen (2003) existem inúmeras concepções de válvulas direcionais. Porém, o que ele ressalta é que todas desempenham o papel de direcionar o fluido para que o sistema hidráulico realize determinado movimento de acordo com a necessidade da operação.

Palmieri (1994) possui opinião similar dizendo que na grande maioria os sistemas hidráulicos necessitam de meios para comandar e controlar a direção e sentido do fluxo do fluido, possibilitando o controle do movimento de desejados atuadores. Sendo eles cilindros, motores, osciladores hidráulicos, entre outros componentes de forma que seja realizado o trabalho exigido.

2.6.1 Válvulas de alívio

Para Linsingen (2003) uma das características mais importante dos sistemas hidráulicos é a possibilidade de limitar a pressão do sistema ou controla-la da tal forma a obter a pressão de trabalho, isso é possível através da utilização de uma válvula reguladora de pressão.

Linsingen (2003) cita que além da função básica de segurança contra sobrecargas, há o controle imediato e/ou limitação do controle de força e torque. Ele também cita que as válvulas limitadoras de pressão são normalmente fechadas, e a pressão na entrada é ajustada por meio de mola.

Palmieri (1994) diz que todo o sistema hidráulico que possui uma bomba de deslocamento fixo, necessita de uma válvula de segurança, pois quando uma bomba manda fluido para o cilindro e este chega ao final de curso, a pressão sobe de tal forma até um nível máximo em que ocorre dano ao sistema, sendo assim, há a necessidade de uma válvula reguladora de pressão para segurança do sistema.

2.6.2 Válvulas reguladora de vazão

Rexroth (2003) diz que as válvulas reguladoras de vazão possuem a função para influenciar na velocidade de movimento de consumidores devido a alteração da secção transversal do fluxo do fluido hidráulico.

Já Palmieri (1994) diz que necessitamos regular a velocidade com que um determinado trabalho é realizado para obtermos um melhor rendimento das atividades, sendo assim necessário a regulagem da vazão no sistema. Para ele esse tipo de válvula permite uma regulagem simples e rápida da velocidade do atuador através da limitação da vazão de fluido que entra e sai do atuador, alterando a sua velocidade de deslocamento.

2.7 MANGUEIRAS HIDRÁULICAS

Para Rexroth (2003) o fluido de pressão que é introduzido nos componentes hidráulicos, é feito por meio de tubos, mangueiras e furos que assumem o transporte de energia ou simplesmente a transmissão de pressão.

Gates (2012) diz que devido ao avanço dos sistemas hidráulicos, sendo projetados e desenvolvidos dia a dia com alta potência para equipamentos de alta pressão, a importância de qualidade, flexibilidade e durabilidade do conjunto de mangueiras hidráulicas nunca foi tão crítico.

2.8 FILTRO HIDRÁULICO

Para Palmieri (1994) o fluido hidráulico deve sempre estar livre de impurezas, caso contrário a vida útil do sistema hidráulico será encurtada. Devido a necessidade de manter o óleo sempre limpo, livrando as impurezas do fluido, instalamos os filtros no sistema hidráulico de modo a retirar as impurezas presentes em todo o sistema evitando com que elas circulem no sistema.

2.9 FLUÍDO HIDRÁULICO

Para Palmieri (1994) o fluido hidráulico é o responsável por realizar a transmissão de energia a todos os sistemas hidráulicos, no qual o mesmo deve ser escolhido de forma criteriosa devido a compatibilidade com os componentes do sistema, de modo a atender as necessidades de transmissão com eficiência, a potência que lhe é fornecida e lubrificando todos os componentes internos.

Linsingen (2003) também diz que o fluido hidráulico é o responsável por realizar a transferência de energia em qualquer sistema hidráulico, e que deve possuir características adequadas ao seu uso devido a estar exposto a diversas circunstâncias, como ambientes agressivos ou com elevadas variações de temperaturas ou sistemas que necessitam elevadas e rápidas variações de pressão.

Linsingen (2003) comenta que a viscosidade é um fator imprescindível na escolha do fluido e deve ser avaliado de acordo com a temperatura e a pressão ao qual estará exposto de modo a garantir a integridade do sistema hidráulico.

Já para Palmieri (1994) além da viscosidade, deve-se levar em conta a compressibilidade do fluido em determinada temperatura, sendo este outro fator fundamental para o funcionamento do sistema hidráulico. Já que, quanto mais resistente a compressão for o fluido menor será a oscilação e maior o rendimento do sistema.

3. METODOLOGIA

Para o início do desenvolvimento do sistema hidráulico da bancada de ensaios mecânicos, utilizou-se o seguinte procedimento metodológico de pesquisa:

- Procurou-se informações sobre projetos existentes no mercado;
- Analisou-se o funcionamento prático de bancadas similares;
- Levantou-se os estudos teóricos sobre o assunto juntamente com o embasamento em conceitos sobre máquinas universais de ensaios;
- Identificou-se as equações necessárias para o dimensionamento;
- Realizou-se o dimensionamento dos componentes necessários para o funcionamento da bancada;
- Definiu-se componentes existentes no mercado através de catálogos de fabricante que estavam disponíveis;
- Analisou-se os resultados encontrados no dimensionamento proposto.

Sendo definida esta metodologia como a melhor forma de atingir os objetivos propostos neste trabalho.

3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS

Para início do desenvolvimento deste trabalho, foi feito a pesquisa bibliográfica do funcionamento da bancada juntamente com a análise das normas aplicadas a ensaios, onde foi feito o levantamento dos requisitos necessários, juntamente com os componentes, para o correto funcionamento de uma bancada de ensaios mecânicos, com a posterior realização do dimensionamento do sistema hidráulico.

Com a pesquisa bibliográfica, foi feito o levantamento dos componentes descrevendo o processo de funcionamento da bancada, posterior a verificação de todos os componentes necessários.

Com o conhecimento do funcionamento do sistema, foi iniciado o dimensionamento do cilindro hidráulico, até a seleção de acordo com o padrão de mercado, no qual foi selecionada a bomba hidráulica de modo a adequar a vazão do sistema, sendo dimensionada a vazão da bomba, buscou-se o catálogo de fornecedores com o objetivo de selecionar a mais adequada ao sistema hidráulico.

Com a seleção da bomba, foi feito o dimensionamento do volume do reservatório necessário para a bancada, onde foi levado em conta a vazão da bomba do sistema, e como a vazão é baixa devido a velocidade necessária para realização do ensaio, foi considerado o volume de óleo consumido pelo sistema para o correto dimensionamento do reservatório.

Posterior foi selecionada a válvula direcional do sistema de modo a atender a necessidade de avanço e retorno do cilindro hidráulico, de acordo com o catálogo do fabricante, assim como a válvula reguladora de vazão e de pressão do sistema, também foram selecionadas conforme catálogo.

Selecionadas as válvulas, foi analisado os fornecedores de mangueiras hidráulicas e selecionado de acordo com a pressão do sistema, e logo após o filtro e óleo recomendado pela utilização.

Com os componentes dimensionados e selecionados de acordo com os fornecedores e fabricantes, encerrou-se a seleção de componentes, estando assim a bancada pronta para ser fabricada.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Baseando-se na metodologia proposta foi desenvolvido um sistema hidráulico para uma bancada de ensaios mecânicos. Primeiramente foi desenvolvido um diagrama hidráulico, conforme Figura 1, com os componentes necessários para o funcionamento da bancada.

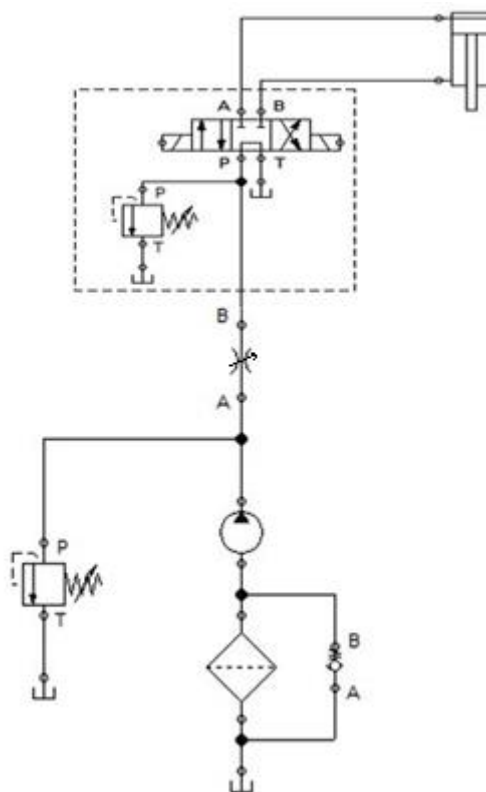


Figura 1– Sistema hidráulico da bancada

Realizado o desenvolvimento do diagrama hidráulico da bancada, observou-se que seria necessário para a construção do sistema hidráulico, filtro para óleo, uma bomba hidráulica, mangueiras para condução do fluido, uma válvula reguladora de pressão, uma válvula reguladora de vazão, uma válvula de controle direcional do fluido, um motor elétrico, um reservatório hidráulico com óleo e um cilindro hidráulico.

Conforme esquematizado, pode-se observar que quando acionado o motor elétrico é feito o acionamento da bomba hidráulica, fazendo com que a bomba hidráulica proporcione um deslocamento de fluido hidráulico no sistema sendo succionado o óleo através do filtro, passando pela válvula reguladora de pressão

sendo direcionado diretamente ao tanque enquanto a válvula direcional não é acionada pelas solenóides.

Quando acionado uma das válvulas através de comandos elétricos, será liberado a passagem de fluido para o cilindro hidráulico, conforme acionamento e necessidade de avanço ou retorno do sistema. No momento em que o cilindro hidráulico chega ao fim de curso, tanto para retorno quanto para avanço, teremos um pico de pressão no sistema, entrando em funcionamento a válvula reguladora de pressão, liberando a passagem do fluido diretamente ao tanque, sendo desempenhada a atividade previamente estipulada com a pressão de trabalho.

4.1 MEMORIAL DE CÁLCULO

Após verificação dos componentes necessários e análise do sistema, foi dado início ao dimensionamento da bancada, levando em consideração a pressão de bomba hidráulica de 180 bar. Com isso, foi possível dimensionar o cilindro hidráulico para que suportasse um total de 588,6 kN sem apresentar falhas.

4.1.1 Dimensionamento do cilindro hidráulico

Para o dimensionamento do cilindro hidráulico, levando em consideração a construção futura da bancada, de modo a possibilitar a realização de ensaios mecânicos, foi utilizado uma força de 588,6 kN a uma pressão de 180 bar.

Sendo assim, calculou-se a área necessária para o cilindro hidráulico:

$$Ap = \frac{F}{p}$$

$$Ap = \frac{588,6 \text{ kN}}{18 \text{ MPa}}$$

$$Ap = 3,27 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$$

Após o cálculo da área do cilindro, calculou-se o diâmetro:

$$Dp^2 = \frac{A \cdot 4}{\pi}$$

$$Dp^2 = \frac{3,27 \cdot 10^{-2} \cdot 4}{\pi}$$

$$Dp = 0,204 \text{ m}$$

Com o cálculo da área do cilindro hidráulico, definiu-se o diâmetro do pistão de 204 mm. Com a posterior pesquisa de mercado para verificação do cilindro hidráulico disponível, identificou-se a necessidade de fabricação do cilindro devido ao diâmetro, sendo que, conforme disponibilidade de mercado o mais próximo é 8 polegadas ou 203,2 mm.

Sendo selecionado o cilindro de 203,2 mm de diâmetro, foi feito o dimensionamento do cilindro para verificação da força de avanço atual, conforme o cálculo abaixo:

$$1 \text{ polegada} = 25,4 \text{ mm}$$

$$A_p = \pi \cdot r^2$$

$$A_p = \pi \cdot 0,1016^2$$

$$A_p = 3,24 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$$

Recalculado a área foi determinada a força novamente:

$$F = P \cdot A_c$$

$$1 \text{ Bar} = 100 \text{ k} \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

$$F = 18 \cdot 10^6 \cdot 3,24 \cdot 10^{-2}$$

$$F = 583,2 \text{ kN}$$

Já para retorno, o cilindro terá capacidade de aplicação conforme cálculo de dimensionamento da coroa da haste. Foi utilizada para o cálculo, a área do cilindro e a área da haste, conforme padrão de mercado disponibilizados pelo fornecedor para o raio de 57,3mm.

$$A_h = \pi \cdot r^2$$

$$A_h = \pi \cdot (5,73 \cdot 10^{-2})^2$$

$$A_h = 1,0309 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$$

Calculada área da haste, foi calculado a área da coroa:

$$A_c = A_p - A_h$$

$$A_c = 3,24 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2 - 1,0309 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$$

$$A_c = 2,2091 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$$

Após calculado a área da coroa foi calculado a força de recuo do cilindro hidráulico:

$$Fr = P \cdot Ac$$

$$1\text{Bar} = 100000 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

$$F = 18 \cdot 10^6 \cdot 2,2091 \cdot 10^{-2}$$

$$F = 397,638 \text{ kN}$$

Possuindo o cilindro uma força de avanço de 583,2 kN e recuo de $397,6 \cdot 10^3 \text{N}$.

4.1.2 Seleção da bomba hidráulica

Para a seleção da bomba hidráulica foi considerado que deveria proporcionar ao cilindro uma velocidade abaixo de $6 \text{ mm}/\text{min}$, sendo dimensionada a vazão necessária para a bomba conforme a maior área do cilindro.

$$Q = A \cdot v$$

$$Q = (3,24 \cdot 10^{-2}) \cdot (6 \cdot 10^{-3})$$

$$Q = 1,944 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{min}$$

$$1 \text{ m}^3/\text{min} = 1000 \text{ l}/\text{min}$$

$$Q = 0,1944 \text{ l}/\text{min}$$


Posterior obtenção da vazão, foi calculado a vazão volumétrica da bomba, onde foi utilizado como variáveis a vazão do sistema $19,44 \cdot 10^{-2} \text{ l}/\text{min}$, o rendimento volumétrico de 0,95 e a rotação de 500 rpm, obtendo a vazão volumétrica (V) necessária para a bomba.

$$V = \frac{Q \cdot 1000}{n \cdot \eta_{vol}}$$

$$V = \frac{0,1944 \cdot 1000}{500 \cdot 0,95}$$

$$V = 0,409 \text{ cm}^3/\text{rot}$$

Após ser determinada a vazão volumétrica, foi realizada a pesquisa de mercado para análise de bombas disponíveis, decidindo pela utilização de uma bomba Aluminibeta S03 conforme Figura 2 do catálogo do fabricante Hybel.



Parâmetro	Unidade	Opções Volumétricas							
Tamanho Nominal	TN	12	16	21	25	33	36	43	
Deslocamento Volumétrico	cm ³ /rot	1.2	1.6	2.1	2.5	3.3	3.6	4.3	
	in ³ /rot	0.073	0.098	0.128	0.153	0.201	0.220	0.262	
Pressão Máxima Contínua	bar	250					220	200	
Pressão Máxima Intermitente	bar	275					250	230	
Pressão de Partida	bar	300					280	250	
Rotação Máxima	rpm	4000							3500
Rotação Mínima	rpm	500							

Figura 2 - Informações bomba hidráulica Aluminibeta S03. Fonte: Hybel, 2011.

Devido à disponibilidade de mercado, juntamente com a informação que a bomba deveria realizar 180 bar de pressão, foi utilizado uma bomba Hybel série 03 com tamanho nominal 12 e capacidade de $1,2 \text{ cm}^3/\text{rot}$, sendo necessário a utilização de uma válvula reguladora de vazão no sistema para adequar a vazão da bomba de modo a atender a premissa de velocidade igual a $6 \text{ mm}/\text{min}$.

4.1.3 Dimensionamento do volume do reservatório

Para dimensionamento do reservatório, foi utilizado como variável a vazão da bomba selecionada de $1,2 \text{ l}/\text{min}$, sendo calculado o volume:

$$V_{res} = 3 \cdot Q$$

$$V_{res} = 3 \cdot 1,2 \text{ l}/\text{min}$$

$$V_{res} = 3,6 \text{ l}$$

Posterior seleção da bomba, analisou-se o sistema para verificar qual a demanda de óleo necessária para os componentes, sendo assim realizado o cálculo do volume do cilindro para essa análise, onde utilizou-se o raio do cilindro juntamente com o comprimento de 500 mm:

$$V_{pistão} = \pi \cdot r^2 \cdot l$$

$$V_{pist\tilde{a}o} = \pi \cdot 10,2^2 \cdot 50$$
$$V_{pist\tilde{a}o} = 16,334 \cdot 10^3 \text{ cm}^3$$

Verificando-se que o cilindro hidráulico necessita de 16,334 litros de óleo quando acionado completamente em avanço, foi somado a vazão da bomba a quantidade de óleo necessária para acionamento do cilindro hidráulico mais o volume de mangueiras e acessórios, chegando-se a conclusão da análise que o sistema necessita de um reservatório de no mínimo 20 litros.

4.1.4 Seleção da válvula direcional

Para seleção, procurou-se uma válvula direcional que atenda aos requisitos de avanço e retorno do cilindro hidráulico sem comprometer a vazão do sistema. Após análise optou-se pela utilização da válvula da marca Sauer Danfoos, do modelo CDS 100 conforme Anexo A, com acionamento por meio de solenoide elétrica conforme Anexo B.

4.1.5 Seleção da válvula reguladora de vazão

Para a regulação da vazão do sistema de modo a atender os requisitos, foi utilizada uma válvula reguladora de vazão da marca Hydac, modelo SRE3 conforme Anexo C.

4.1.6 Seleção da válvula de alívio

Para a válvula de alívio, ou de regulação de pressão, foi selecionada de modo a evitar pressões elevadas no sistema, que trabalha a 180 bar, sendo assim, foi optado por usar a válvula de sequência diretamente operada tipo DZ 6 DP da Rexroth (2003) conforme Figura 3.



Figura 3 - Válvula de alívio. Fonte: Rexroth, 2003

Para conhecimento dos dados técnicos desta válvula selecionada, observe o Anexo D.

4.1.7 Seleção das mangueiras hidráulicas

Para a seleção das mangueiras hidráulicas do sistema, foi utilizado a Carta Nomográfica do Anexo E onde foi selecionada a mangueira do modelo Norma SAE 100R17 com o diâmetro interno de 12,7 mm de acordo com o catálogo da empresa MANTOVA Industria de Tubos Plásticos Ltda, Anexo F.

4.1.8 Seleção do filtro

Para a seleção do filtro, levou-se em consideração a pressão de trabalho do sistema de 180 bar, sendo optado pelo filtro de óleo Série 15P com pressão de trabalho de 206,9 bar, da marca Parker conforme Anexo G.

4.1.9 Seleção do fluido hidráulico

O óleo hidráulico escolhido para utilização no sistema hidráulico, é o HIDRALUB AW ISO 68 recomendado pelo fabricante da bomba, e utilizado para o uso em máquinas industriais, compressores, sistemas hidráulicos e mecânicos, equipamentos de uso intenso e em condições severas, conforme Anexo H.

5 CONCLUSÕES

O principal propósito deste trabalho foi dimensionar o sistema hidráulico de uma bancada para realização de ensaios mecânicos, a qual possibilitará ensaiar peças ou conjuntos de modo a identificar as propriedades mecânicas de corpos de provas.

Desta forma, foi desenvolvido o diagrama hidráulico de modo a verificar os componentes necessários e posterior dimensionamento da maioria dos componentes presente no sistema utilizando as premissas de 180 bar e 588,6 kN para avanço.

Primeiramente, foram realizados os cálculos do sistema hidráulico, iniciando pelo cilindro hidráulico, resultando em um cilindro de diâmetro de 203,2 mm, escolhido devido a disponibilidade de mercado regional.

Para a seleção da bomba hidráulica, utilizou-se como base a velocidade de $6 \text{ mm}/\text{min}$ para realização de ensaio, porém foi selecionada uma bomba com vazão maior que a necessária pelo sistema, necessitando assim a inserção de uma válvula reguladora de vazão. Já para a bomba hidráulica, foi utilizada uma bomba de engrenagem devido ao modo de operação permitir que esta seja realizada em alta pressão e pelo custo de manutenção.

O reservatório do sistema foi dimensionado de acordo com a vazão da bomba, sendo necessário levar em consideração o volume de óleo utilizado pelo sistema hidráulico, no caso o maior consumidor, o cilindro hidráulico.

Foram selecionados através de catálogos e apresentados os demais componentes sem a necessidade de equações, onde foi analisado de acordo com a pressão do sistema. Determinado os componentes que apresentaram maior rendimento, levando em consideração a durabilidade do sistema e o custo de aquisição juntamente com o custo de manutenção.

Portanto, o dimensionamento presente neste trabalho é válido porque através das equações feitas, foi determinado os componentes por meio de catálogos, comparados com a teoria de modo a garantir o bom funcionamento do sistema hidráulico para uma bancada de ensaios mecânicos.

6 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Como sugestão para trabalhos futuros, propõe-se a construção do sistema hidráulico, juntamente com a bancada para realização de ensaios mecânicos, onde possa ser desenvolvido ensaios de ensaios de tração, compressão, dobramento, cisalhamento, flexão, torção, fadiga, juntamente com sistemas de aquisição de dados, de modo a possibilitar a coleta de dados durante os ensaios.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CALLISTER, William D. **Ciência e Engenharia de Materiais: Uma Introdução**. 1. ed. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos S.A., 2002.

SAUER DANFOOS. **Directional Control Valves Service and Parts Manual**. 2006. Disponível em: <<http://www.valmova.com/pt/DirectionalControlValvesServiceandPartsManual.pdf>> Acesso em 6 de dezembro de 2015.

SAUER DANFOOS. **Directional Control Valves Technical Information**. 2006. Disponível em: <<http://www.valmova.com/pt/DirectionalControlValvesTechnicalInformation.pdf>> Acesso em 6 de dezembro de 2015.

GARCIA, Amauri; SPIM, Jaime A.; SANTOS, Carlos A, **Ensaio dos materiais**. 2ª ed. Rio de Janeiro: R.O. Moura, 2012.

GATES DO BRASIL. **Mangueiras, Terminais e Conexões**. 2012. Disponível em: <http://www.gatesbrasil.com.br/upload/catalogos/catalogo_hidraulica_2012_web_fm.pdf> Acesso em 6 de dezembro de 2015.

HYBEL. **Catálogo de Produtos**. 2011. Disponível em: <http://incont-ba.com.br/pdf/hidr_bombas.pdf> Acesso em 26 de setembro 2015.

HYDAC. **Way Flow Regulator Pressure Compensated Direct-Acting**. s.d. Disponível em: <<http://www.hydac.com/br-pt/produtos/valvulas/valvulas-de-vazao/valvulas-reguladoras-de-vazao-de-2-vias/sre3/show/Download/index.html>> Acesso em 6 de dezembro de 2015.

LINSINGEN, Irlan Von. **Fundamentos de sistemas hidráulicos**. 2. ed. Florianópolis/SC: UFSC, 2003.

MANTOVA, Indústria de Tubos Plásticos Ltda. **Catálogo de Produtos Linha Hidráulica**. 2013. Disponível em: <<http://www.mantova.ind.br/ajax/action.download?id=25&lang=pt-br>> Acesso em 6 de dezembro de 2015.

PALMIERI, A. C. **Manual de hidráulica básica**. 9. ed. Porto Alegre: Albarus Sistemas Hidráulicos Ltda, 1994.

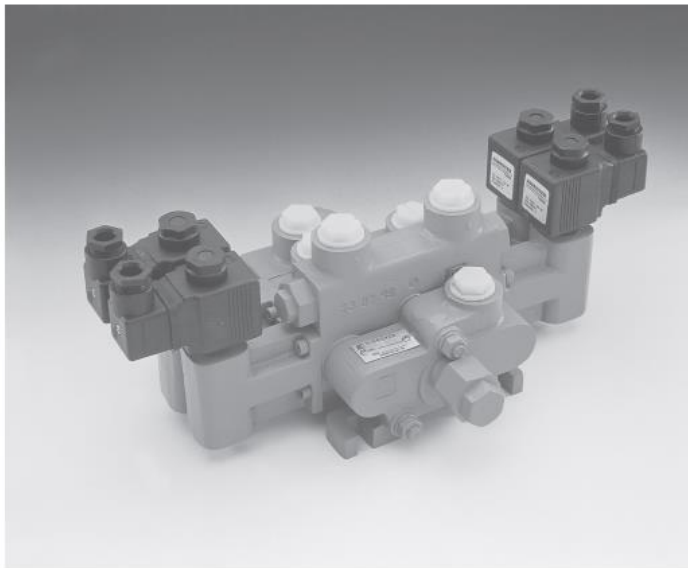
PARKER. **Produtos de Filtragem para Sistemas Hidráulicos e de Lubrificação**. 2002. Disponível em: <http://www.parker.com/literature/Brazil/2300_11.pdf> Acesso em 6 de dezembro de 2015.

REXROTH, Bosch Group. **Válvula de Sequência Diretamente Operada Tipo DZ 6 DP**. 2003. Disponível em: <http://dc-america.resource.bosch.com/media/br/01_grupo_de_produtos/hidr_ulica_industrial/v_lvu_las/03-v_lvulas_de_press_o/rp_26076.pdf> Acesso em 6 de dezembro de 2015.

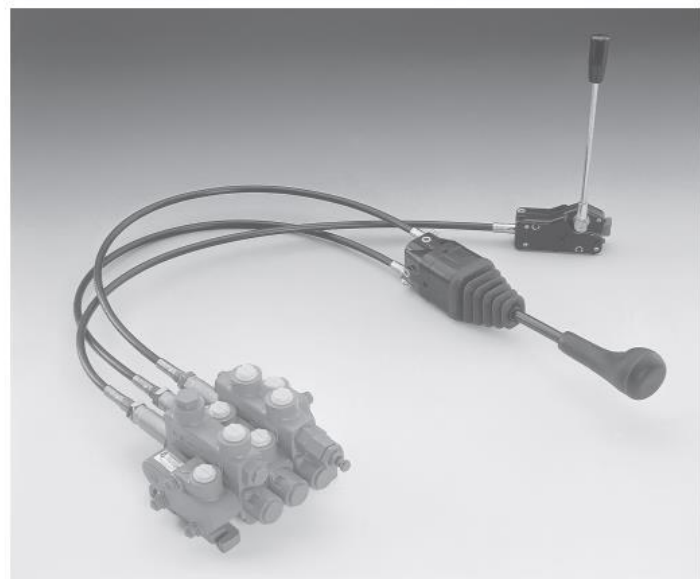
SOUZA, Sérgio Augusto de. **Ensaio mecânicos de materiais metálicos**. Fundamentos teóricos e práticos. 5ª ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2000.

TG, Indústria e Comércio de Lubrificantes e Graxas Ltda. **TG HIDRALUB AW 68.** s.d.
Disponível em: <http://www.tglubrificantes.com.br/wp-content/uploads/2013/10/TG-ISO-AW-32_46_68_100_120_220.pdf> Acesso em 6 de dezembro de 2015.

ANEXO A – CATÁLOGO DA VÁLVULA DIRECIONAL



CDS 100



CDS 60

SPECIFICATIONS

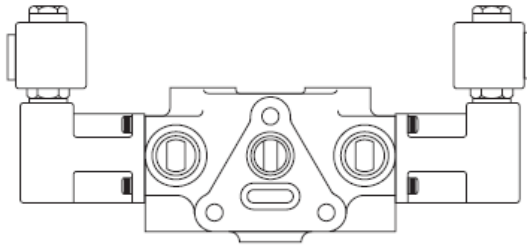
Maximum flow (CDS 100)	100 l/min [26.4 US gal/min]
Maximum flow (CDS 60)	60 l/min [15.8 US gal/min]
Work pressure	210 bar [3050 psi]
Maximum pressure	250 bar [3625 psi]
Maximum pressure (outlet section)	40 bar [580 psi]
Temperature range	-40° to 80° C [-40 to 176° F]
Recommended fluid type	Mineral based hydraulic oil
Recommended viscosity	26-55 mm ² /sec (cSt) [123-255 SUS]
Minimum fluid cleanliness (per ISO 4406)	19/16

520L0564 • Revision B • February 2006

31

Fonte: Sauer Danfoos, 2006, p.31.

ANEXO B – CATÁLOGO DO ACIONAMENTO DA VÁLVULA DIRECIONAL



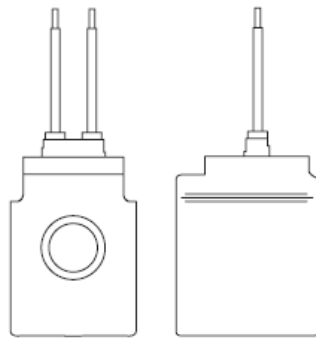
Description	CDS60	CDS100
12V housing, DIN	040993	040995
24V housing, DIN	040994	040996
Housing	041039	041040
Housing seal kit	037342	037343
Solenoid valve	035024	035024
Solenoid seal kit	035027	035027
Manual override	046419	046419



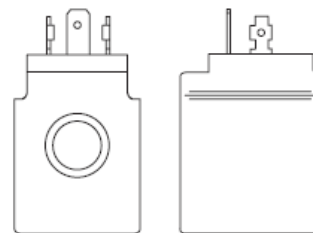
Manual override

(For repair only, no conversions)

CDS60/CDS100 COILS



Flying leads



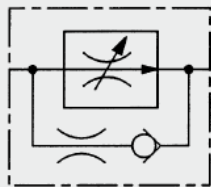
Din 43650

Coil type	Part number	Watts	Amps	Resistance
12 VCC - flying leads	035025	21W	1.75 amp	6.85 ohm
24 VCC - flying leads	035026	21W	0.88 amp	27 ohm
12 VCC - DIN	039756	21W	1.75 amp	6.85 ohm
24 VCC - DIN	039759	21W	0.88 amp	27 ohm

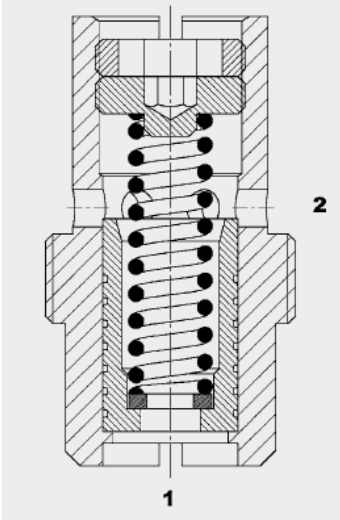
P106 309E

Fonte: Sauer Danfoos, 2006, p.27.

ANEXO C – CATÁLOGO DA VÁLVULA REGULADORA DE VAZÃO.

HYDAC**INTERNATIONAL**

Up to 97 l/min
Up to 350 bar

FUNCTION

The SRE is a pressure compensated flow control valve which maintains a constant outlet flow by means of a control function. The flow rate is largely independent of the pressure and viscosity.

The valve has a fixed orifice with pressure compensator spool. The measuring orifice determines the setting range for the flow rate which can be adjusted over a small range. If oil is flowing from 1 to 2, a pressure drop occurs at the measuring orifice. The pressure compensator moves into the control position which corresponds to the force equilibrium. This is created by the pressure drop acting on the control piston area overcoming the spring force.

As the flow rate increases (greater pressure drop), the diameter of the control orifice is reduced until the forces are equal again. A constant flow rate is therefore achieved. In the reverse direction there is free flow through the valve. Important: if the required control pressure differential is not reached, the valve operates as a non-compensated flow control valve.

2-Way Flow Regulator Pressure Compensated Direct-Acting Cartridge – 350 bar SRE 1 to 4

FEATURES

- For regulating the speed of loads independently of the pressure
- For limiting the max. speed of lifting gear (in compliance with accident prevention regulations)
- For limiting the flow rate for control oil circuits in the main circuit and offline
- Hardened and ground valve components to ensure minimal wear and extended service life
- Choice of four sizes for optimum adaptability to the system
- Space-saving installation
- Unauthorized adjustment not possible since not accessible once fitted

SPECIFICATIONS

Operating pressure:	max. 350 bar
Nominal flow:	SRE1 0.6 to max. 10 l/min SRE2 1.0 to max. 20 l/min SRE3 1.7 to max. 48 l/min SRE4 27 to max. 97 l/min
Media operating temperature range:	min. -30 °C to max. +100 °C
Ambient temperature range:	min. -30 °C to max. +100 °C
Operating fluid:	Hydraulic oil to DIN 51524 Part 1 and 2
Viscosity range:	min. 2.8 mm ² /s to max. 380 mm ² /s
Filtration:	Class 21/19/16 according to ISO 4406 or cleaner
MTTF _d :	150 years (see "Conditions and instructions for valves" in brochure 5.300)
Installation:	No orientation restrictions, preferably horizontal
Materials:	Valve body: steel
Cavity:	05520, 08520, 10520, 12520
Weight:	SRE1= 0.013 kg SRE2= 0.025 kg SRE3= 0.049 kg SRE4= 0.112 kg

E 5.118.7/01.13

210 | **HYDAC**

Fonte: Hydac, s.d, p.1.

ANEXO D – CATÁLOGO VÁLVULA REGULADORA DE PRESSÃO

Dados técnicos (Na utilização fora dos valores especificados, favor consultar-nos!)

Gerais

Posição de montagem		qualquer
Faixa de temperatura ambiente	°C	– 30 até + 80 (vedações NBR)
		– 20 até + 80 (vedações FKM)
Massa	kg	Aprox. 1,2

Hidráulicos

Pressão máxima de operação	Conexão P, A, B (X)	bar	Até 315
	Conexão T (Y)	bar	Até 160
Pressão máxima de sequência (ajustável)		bar	Até 25; até 75; até 150; até 210; até 315
Vazão máxima		L/min	Até 60
Fluido hidráulico	Óleo mineral (HL, HLP) conforme DIN 51 524 ¹⁾ ; fluidos hidráulicos rapidamente biodegradáveis conforme VDMA 24 568 (vide também RD 90 221); HETG (óleo de colza) ¹⁾ ; HEPG (poliglicóis) ²⁾ ; HEES (ésteres sintéticos) ²⁾ ; outros fluidos hidráulicos sob consulta		
Faixa de temperatura do fluido		°C	– 30 até + 80 (vedações NBR)
		°C	– 20 até + 80 (vedações FKM)
Faixa de viscosidade		mm ² /s	10 até 800
Classe de pureza conforme código ISO	Grau de contaminação máximo admissível do fluido hidráulico conforme ISO 4406 (C) classe 20/18/15 ³⁾		

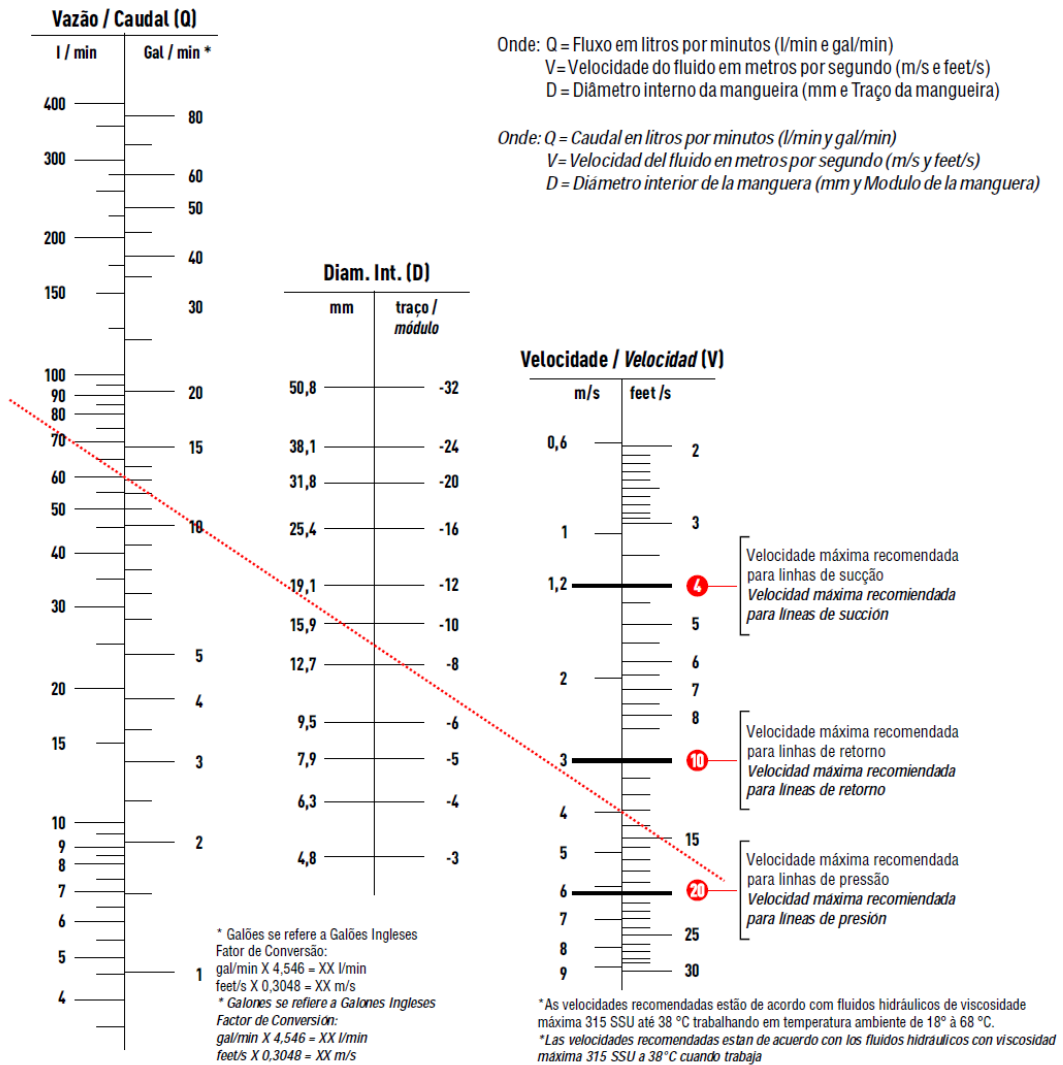
¹⁾ apropriado para vedações NBR e FKM

²⁾ apropriado **somente** para vedações FKM

³⁾ As classes de pureza indicadas para os componentes devem ser mantidas no sistema hidráulico. Uma filtração eficiente evita falhas e simultaneamente aumenta a durabilidade dos componentes.
Para escolha de filtros, consultar a Bosch Rexroth.

Fonte: Rexroth, 2003, p.4.

ANEXO E – CARTA NOMOGRÁFICA



br.ind@gates.com

Fonte: Gates do Brasil, 2012, p.27.

ANEXO F – CATÁLOGO DE MANGUEIRAS HIDRÁULICAS

Características

Série

SAE 100R17

Aplicação: Circuitos hidráulicos de média pressão conforme norma SAE 100R17, diâmetro externo menor que a 100R1 AT e 100R2 AT, reduzindo o raio de curvatura.

Tubo Interno: Tubo de borracha sintética sem costura, resistente a óleo.

Reforço: Uma trama de aço de alta resistência.

Cobertura: Borracha sintética, resistente a óleo, intempérie e abrasão.

Temperatura: -40°C a +100°C.



Código	Bitolas			Ø Interno		Ø Externo		Pressão de Trabalho		Pressão de Ruptura		Raio Mínimo de Curvatura		Peso Kg/m	Comprimento da Bobina mts
	Ø Pol.	Ø mm	Ø SAE Dash	mm	Pol	mm	Pol	Bar	PSI	Bar	PSI	mm	Pol		
954HMT	1/4"	6,3	-4	6,3	0,25	12,2	0,48	210	3045	840	12180	50	1,97	0,17	50/100
957HMT	3/8"	10,0	-6	9,5	0,38	16,0	0,63	210	3045	840	12180	65	2,56	0,25	50/100
960HMT	1/2"	12,5	-8	12,7	0,50	20,1	0,79	210	3045	840	12180	90	3,54	0,47	50/100

Fonte: Mantova, 2013, p.8.

ANEXO H – FICHA TÉCNICA ÓLEO HIDRÁULICO.



TG INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE LUBRIFICANTES E GRAXAS LTDA
 Rua Jorge Tieto Iwasa, 63 Capela Velha - Araucária - PR - BRASIL
 CNPJ: 00.200.296/0001-94 - INSC. ESTADUAL: 100.01354-17
 Fone/fax: 55 (41) 3376-1330 - 3014-4056

TG HIDRALUB AW 68

Óleo tipo AW de alta performance para compressores, sistemas hidráulicos e mecânicos de máquinas e equipamentos. Para condições severas e sob uso intenso, incorpora ampla gama de aditivos, com alta performance em equipamentos onde é indispensável um óleo estável e resistente, com qualidades antidesgaste.

LUBRICANTE TIPO AW DE ALTO RENDIMIENTO PARA COMPRESORES, SISTEMAS HIDRAULICOS Y MECANICOS DE MAQUINARIAS Y EQUIPAMIENTOS DE USO INTENSO EN CONDICIONES SEVERAS. INCORPORA UNA ALTA GAMA DE ADITIVOS DE ALTO RENDIMIENTO EN EQUIPOS DONDE ES INDISPENSABLE UN LUBRICANTE ESTABLE Y RESISTENTE, CON CUALIDADES ANTIDESGASTES.

	32	46	68	100	150	220
Viscosidade cSt 40°C	32.1	47.6	68.2	102.0	152.5	223.0
Viscosidade cSt 100°C	5.1	6.6	8.4	10.8	14.4	17.1
Índice de viscosidade	100	100	98	95	94	93
Densidade 20°C	0.876	0.879	0.883	0.886	0.888	0.890
Ponto de fulgor °C	212	220	230	245	248	255
Corrosão na lâmina de Cobre	1a	1a	1a	1a	1a	a1



Industria 100% Brasileira