



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA
CURSO DE LICENCIATURA EM ENGENHARIA MECÂNICA

ESTÁGIO PROFISSIONAL

**Dimensionamento de um Accionamento Eléctrico para uma
Prensa Hidráulica da Ermoto, Lda**

Discente:

Uthui, Mirando Artur

Supervisor:

Engº Dionísio Langa

Maputo, Novembro de 2022



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA
CURSO DE LICENCIATURA EM ENGENHARIA MECÂNICA

ESTÁGIO PROFISSIONAL

**Dimensionamento de um Accionamento Eléctrico para uma
Prensa Hidráulica da Ermoto, Lda**

Discente:

Uthui, Mirando Artur

Supervisor:

Engº Dionísio Langa

Maputo, Novembro de 2022

**Dimensionamento de um Accionamento Eléctrico para uma
Prensa Hidráulica da Ermoto, Lda**

Mirando Artur Uthui

ÍNDICE DE CONTEÚDOS

AGRADECIMENTOS	7
DEDICATÓRIA	8
DECLARAÇÃO DE HONRA.....	9
ÍNDICE DE FIGURAS.....	10
ÍNDICE DE TABELAS.....	11
LISTA DE SÍMBOLOS.....	12
RESUMO.....	14
ABSTRACT.....	15
CAPÍTULO 1. Introdução	16
1.1. Introdução.....	16
1.2. Justificativa.....	17
1.3. Objectivos.....	18
1.3.1. Objectivo geral.....	18
1.3.2. Objectivos específicos	18
1.4. Metodologia	18
1.5. Estrutura de trabalho	19
Capítulo 2. Revisão de Literatura	20
2.1. Accionamento Eléctrico	20
2.1.2. Motor eléctrico	20
2.1.2.1. Motores de corrente contínua (CC).....	20
2.1.2.2. Motores de corrente alternada (AC).....	21
2.2. Sistemas Hidráulicos	21
2.2.1. Conceitos e princípios básicos.....	22
2.2.1.1. Força.....	22
2.2.1.2. Pressão.....	22
2.2.1.3. Pressão hidrostática	22
2.2.1.4. Vazão volumétrica.....	22
2.2.1.5. Princípio de Pascal	22
2.2.2. Bombas	23
2.2.2.1. Bombas rotativas de engrenagens	24
2.2.2.2. Bombas rotativas de palhetas	24
2.2.2.3. Bombas lineares de pistões	24
2.2.3. Fluido Hidráulico.....	25
2.2.3.1. Índice de Viscosidade (IV).....	26

2.2.4.	Reservatório hidráulico.....	26
2.2.5.	Válvulas hidráulicas	27
2.2.5.1.	Válvulas controladoras de pressão	27
2.2.5.2.	Válvulas controladoras de vazão.....	27
2.2.5.3.	Válvulas de bloqueio.....	27
2.2.5.4.	Válvulas direccionais	28
2.2.6.	Actuadores hidráulicos	28
2.2.6.1.	Actuadores hidráulicos lineares	28
2.2.6.2.	Actuadores hidráulicos rotativos (Motores hidráulicos)	29
2.2.7.	Manómetro.....	30
2.2.7.1.	Manómetro de Bourdon	30
2.2.7.2.	Manómetro de núcleo móvel.....	30
2.2.8.	Condutores hidráulicos	31
2.3.	Prensas.....	32
2.3.1.	Classificação:.....	32
2.3.1.1.	Quanto a natureza da energia utilizada na transmissão:.....	32
2.3.1.2.	Quanto a forma da estrutura (ou corpo da prensa):.....	32
2.3.1.3.	Quanto ao número de corrediças:.....	32
2.3.1.4.	Quanto a pressão:	33
2.3.2.	Prensa Hidráulica.....	33
Capítulo 3. Contextualização do projecto		34
3.1.	Apresentação da Empresa	34
3.1.1.	Estrutura organizacional da empresa	34
3.1.2.	Distribuição da empresa.....	34
3.1.2.1.	Oficina de rectificação	34
3.1.2.2.	Oficina de mecânica-auto.....	35
3.2.	Especificações técnicas iniciais.....	36
Capítulo 4. Metodologia de resolução do problema		37
4.1.	Dimensionamento dos condutores	37
4.1.1.	Condutor de sucção.....	37
4.1.2.	Condutor de retorno	38
4.1.3.	Condutor de pressão.....	38
4.2.	Seleccção da bomba	38
4.3.	Velocidades e tempo de avanço e retorno do actuador	39
4.4.	Dimensionamento do reservatório	39

4.5.	Tabela de resultados dos cálculos	40
Capítulo 5.	Apresentação, análise e discussão dos resultados	41
5.1.	Seleção do motor eléctrico	41
5.2.	Seleção de válvula direccional	41
5.3.	Seleção de uma unidade hidráulica	41
5.4.	Parte projectiva da prensa hidráulica	43
5.5.	Parte hidráulica da prensa hidráulica	44
5.6.	Parte eléctrica	45
Capítulo 6.	Conclusões e recomendações.....	46
6.1.	Conclusões	46
6.2.	Recomendações	46
Capítulo 7.	Referências bibliográficas	47

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus pela oportunidade de viver e por cuidar de mim durante este período, que é a vida;

Agradeço aos meus pais Artur Orlando Uthui e Filomena Manuel Maluana (que a sua alma descanse em paz), pela boa educação que me proporcionaram, pelo apoio em tudo e pelo imenso amor incondicional;

Agradeço ao Eng^o. Dionísio Langa pela paciência e por supervisionar-me da melhor forma possível, apoiando-me e dando ideias fantásticas para a realização deste trabalho;

Agradeço a Ermoto Lda e seus colaboradores por acolherem-me da melhor forma na indústria e pela partilha de conhecimentos, que me proporcionaram experiência laboral e desenvolvimento no sector da Engenharia Mecânica;

Agradeço a minha irmã e a minha namorada, nomeadamente, Néusia Artur Uthui e Rabeca Jaime Chaguala, pelo apoio em todos os momentos;

Agradeço ao meu amigo Dénicio Anísio Ngulele e aos demais amigos meus pela ajuda cedida na faculdade, pois seria muito difícil fazer faculdade sozinho;

Agradeço a todos professores do departamento de Engenharia Mecânica por todas aulas e ensinamentos que proporcionam, pois, além de aprender engenharia mecânica, aprendi também a ser homem.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha família que sempre esteve comigo em todos os momentos da minha vida, em especial a minha mãe Filomena Manuel Maluana, que perdera a vida neste ano de 2022.

DECLARAÇÃO DE HONRA

Eu, Mirando Artur Uthui declaro por minha honra que o presente Projecto Final do Curso é exclusivamente de minha autoria, não constituindo cópia de nenhum trabalho realizado anteriormente e as fontes usadas para a realização do trabalho encontram-se referidas na bibliografia.

Maputo, Novembro de 2022

Mirando Artur Uthui

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Motor eléctrico (fonte: catálogo weg – motores eléctricos, p.8).....	20
Figura 2. Princípio de Pascal para um sistema hidráulico. (fonte: Gomes, 2008, p.19).....	22
Figura 3. Bombas hidráulicas (fonte: Gomes, 2008, p.24)	23
Figura 4. Bomba rotativa de engrenagens externas em corte (fonte: Gomes, 2008, p.20)	24
Figura 5. Bomba rotativa de palhetas em corte (fonte: Gomes, 2008, p.22)	24
Figura 6. Bomba linear de pistões em corte (fonte: Gomes, 2008, p.28)	25
Figura 7. Reservatório hidráulico em corte (fonte: Fialho, 2014, p.110)	27
Figura 8. Válvula direccional 4/3 de carretel (fonte: Fialho, 2014, p.121)	28
Figura 9. Actuador hidráulico linear de simples acção (fonte: Festo, 2001)	29
Figura 10. Actuador hidráulico linear de dupla acção (fonte: Festo, 2001)	29
Figura 11. Motores hidráulicos (fonte: Fialho, 2004, p.69).....	30
Figura 12. Manômetro (fonte: Gomes, 2008, p.3)	30
Figura 13. Conductor hidráulico flexível (fonte: catálogo ciser 2020, p.64)	32
Figura 14. Prensa hidráulica (fonte: catálogo Hi-force, p.166)	33
Figura 15. Vista da entrada da Ermoto, Lda (fonte: Autor).....	34
Figura 16. Organograma da Ermoto, Lda (fonte: Ermoto, Lda).....	34
Figura 17. Oficina de rectificação da Ermoto, Lda (fonte:Autor)	35
Figura 18. Oficina de mecânica-auto da Ermoto, Lda (fonte:Autor).....	35
Figura 19. Prensa hidráulica HIAB da Ermoto. (fonte: Autor).....	36
Figura 20. Símbolo de válvula direccional 4/3. (fonte: catálogo Hi-force).....	41
Figura 21. Unidade hidráulica (fonte: catálogo Hi-force, p.40)	42
Figura 22. Desenho da prensa hidráulica (fonte: Autor).....	43
Figura 23. Circuito hidráulico (fonte: Autor)	44
Figura 24. Circuito eléctrico de potência (fonte: Autor).....	45

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Velocidades recomendadas (fonte: Fialho, p.82).....	37
Tabela 2. Limites de escoamento para Reynolds (fonte: Fialho, p.81).....	37
Tabela 3. Resultados dos cálculos dos parâmetros do sistema hidráulico.....	40
Tabela 4. Características técnicas da unidade hidráulica (fonte: catálogo Hi-force, p.40).....	42
Tabela 5. Características dimensionais da unidade hidráulica (fonte: catálogo Hi-force, p.40)	42

LISTA DE SÍMBOLOS

P - Pressão	$[N/m^2]$
P_h - Pressão hidrostática	$[N/m^2]$
F - Força	$[N]$
Q - Vazão volumétrica	$[m^3/s]$
A - Área de secção transversal	$[m^2]$
ρ - Massa específica	$[Kg/m^3]$
V - Volume	$[m^3]$
g - Aceleração de gravidade	$[m/s^2]$
h - Altura	$[m]$
t - Intervalo de tempo	$[s]$
A_{cil} - Área interna do cilindro	$[m^2]$
A_{cor} - Área da coroa	$[m^2]$
V_A - Velocidade de avanço	$[mm/s]$
V_R - Velocidade de retorno	$[mm/s]$
t_A - Tempo de avanço	$[s]$
t_R - Tempo de retorno	$[s]$
V_{res} - Volume do reservatório	$[m^3]$
V_g - Volume de absorção	$[cm^3/rot]$
Mt - Momento de torção absorvido	$[N \cdot m]$
N - Potência absorvida	$[kW]$
d_{ts} - Diâmetro do tubo de sucção	$[cm]$
d_{tr} - Diâmetro do tubo de retorno	$[cm]$

d_{tp} - Diâmetro do tubo de pressão	[<i>cm</i>]
A_p - Área do pistão do actuador hidráulico	[m^2]
S - Curso do pistão	[<i>m</i>]
Q_B - Vazão da bomba	[<i>l/min</i>]

RESUMO

O presente relatório visa o dimensionamento de um accionamento eléctrico para uma prensa hidráulica, que está localizada na empresa de rectificação de motores ERMOTO Lda, devido a necessidade de dinamização do trabalho nesta secção da prensa, partindo assim da fundamentação teórica, onde se aborda todos os elementos de um sistema hidráulico, trazendo argumentos e imagens que sustentam as características destes elementos.

Depois segue-se com a demonstração de fórmulas obtidas em manuais confiáveis, que são seguidamente usadas para o dimensionamento do accionamento eléctrico de uma prensa hidráulica. Assim sendo, apresentam-se os resultados obtidos e escolhe-se a melhor solução para este trabalho, que será projectada em forma de desenho 3D e 2D. Projectam-se também os circuitos hidráulico e de potência.

Palavras-chave: Accionamento eléctrico, Hidráulica e Prensa.

ABSTRACT

The present report aimed at the scaling of an electrical drive for a hydraulic press, which is located in the ERMOTO Lda, that is engine repair company, due to the need for the dynamization of the work in this section of the press, thus departing from the theoretical statement, where all the elements of a hydraulic system addresses, bringing arguments and images that support the characteristics of these elements.

Then follow the demonstration of formulas obtained in reliable manuals, which are then used for the dimension of the electrical drive of a hydraulic press. So, the results obtained and choose the best solution for this work, which will be designed in 3D and 2D drawing form. They also prohibit hydraulic and power circuits.

Keywords: drives, hydraulic and press.

Capítulo 1. Introdução

1.1. Introdução

O estágio profissional é a prática profissional que um estudante realiza, para colocar em prática os seus conhecimentos e as suas competências. No que concerne ao curso de Engenharia Mecânica, o estágio profissional proporciona experiência laboral ao estagiário e prepara-o para que possa desenvolver no sector de actividades associado à Engenharia Mecânica.

No presente trabalho pretende-se dimensionar um accionamento eléctrico para uma prensa hidráulica presente na empresa de rectificação de motores limitada (ERMOTO Lda), pois ela é muito usada para o encamisamento dos cilindros do motor, pela necessidade de grande força devido o ajustamento de aperto entre a camisa do cilindro e o seu respectivo cilindro.

A prensa hidráulica é usada também na manutenção de vários elementos do automóvel, como na montagem de rolamentos no semieixo que liga o diferencial às rodas e é usada na montagem de casquilhos no braço de suspensão do automóvel.

O trabalho começa com a apresentação dos objetivos, metodologia usada e justificativa, depois segue-se a revisão bibliográfica onde serão expostos todos os aspectos teóricos concernentes ao presente trabalho, segue-se para o dimensionamento do accionamento eléctrico propriamente dito, fazendo-se cálculos e usando catálogos adequados para chegar-se ao melhor resultado.

1.2. Justificativa

Para o accionamento da prensa hidráulica existente na empresa, exerce-se manualmente uma força numa alavanca que faz o movimento de translação, accionando uma bomba manual que bombeia óleo hidráulico do sistema, este processo consome uma grande energia do seu operador, obrigando-o a descansar e assim tornar o processo de prensagem mais demorado e desgastante. Assim sendo, para que haja dinamização na prensagem, viu-se a necessidade de se introduzir um accionamento eléctrico para a prensa hidráulica, isto melhora significativamente as condições de prensagem e reduz o tempo de operação, pois será eliminado o tempo de descanso por parte do operador, sendo apenas necessário ligar ou desligar um comando que através de sinais eléctricos acciona o motor do sistema hidráulico.

1.3. Objectivos

1.3.1. Objectivo geral

- ✓ Dimensionamento de um accionamento eléctrico para uma prensa hidráulica da Ermoto, Lda.

1.3.2. Objectivos específicos

- ✓ Fazer breve pesquisa sobre accionamentos eléctricos e Sistemas Hidráulicos;
- ✓ Fazer cálculos projectivos de um accionamento eléctrico para uma prensa hidráulica;
- ✓ Propor o “*design*”/ projectar o accionamento;
- ✓ Fazer a selecção do motor eléctrico;
- ✓ Optimizar o projecto e recomendar melhorias.

1.4. Metodologia

Para a elaboração deste projecto recorreu-se a:

- ✓ Pesquisas bibliográficas na internet em endereços confiáveis e em manuais de sistemas hidráulicos e mecânica dos fluidos;
- ✓ Consultas ao chefe de manutenção da empresa Ermoto Lda;
- ✓ Consultas em catálogos de elementos do sistema hidráulico;
- ✓ Consultas a aulas em vídeo na internet.

Os principais autores que contribuíram para a elaboração do presente relatório foram:

- ✓ Roberto Mac Intyer Simões
- ✓ Arivelto Bustamante Fialho

1.5. Estrutura de trabalho

❖ Capítulo 1 – Introdução

Este capítulo do trabalho é constituído pela introdução do trabalho, objectivos geral e específicos, metodologia usada e justificativa para o trabalho.

❖ Capítulo 2 – Revisão da literatura

Este capítulo aborda a fundamentação teórica necessária para a resolução do problema, apresentando conteúdo textual e imagens que fundamentam este trabalho.

❖ Capítulo 3 – Contextualização

Este capítulo visa a contextualização do projecto, apresentando a empresa e as especificações técnicas iniciais do projecto;

❖ Capítulo 4 – Metodologia de resolução do problema

Este capítulo aborda a metodologia de resolução do problema, apresentando fórmulas e resultados dos cálculos para a posterior apresentação dos resultados;

❖ Capítulo 5 – Apresentação, análise e discussão dos resultados

Neste capítulo apresentam-se os resultados verificados no projecto, depois faz-se a análise e a discussão dos resultados, escolhendo a melhor solução;

❖ Capítulo 6 – Conclusões e recomendações

Este capítulo visa apresentar as conclusões verificadas durante a realização do trabalho e segue-se com a apresentação de recomendações para uma boa preservação do projecto;

❖ Capítulo 7 – Referências bibliográficas

Este capítulo contém uma lista referências bibliográficas, que foram usadas para a realização deste trabalho.

Capítulo 2. Revisão de Literatura

2.1. Accionamento Eléctrico

Os accionamentos das máquinas, em geral, consistem de motor eléctrico e transmissões mecânicas. Só muito raramente se pode ligar directamente o veio do motor eléctrico ao da máquina pois geralmente as frequências de rotação destes veios não coincidem. São exemplos destas excepções os ventiladores, as bombas centrífugas, etc. (Siteo, 1996, p. 2)

O accionamento eléctrico para a prensa hidráulica é o dispositivo responsável pelo movimento nos actuadores, pois é formado por um motor eléctrico que fornece energia mecânica para accionar bomba do sistema hidráulico.

2.1.2. Motor eléctrico

Motor eléctrico também designado electromotor é uma máquina destinada a transformar energia eléctrica em energia mecânica.



Figura 1. Motor eléctrico (fonte: catálogo weg – motores eléctricos, p.8)

Segundo o tipo de corrente com que é alimentado, os motores eléctricos podem ser classificados em:

2.1.2.1. Motores de corrente contínua (CC)

Segundo o catálogo WEG (motores eléctricos, p.68), motores de corrente contínua são motores que necessitam de uma fonte de corrente contínua, ou de um dispositivo que converta a corrente alternada em contínua. Podem funcionar com velocidade ajustável entre amplos limites e se prestam a controles de grande flexibilidade e precisão. Os elementos básicos que o constituem são o indutor (conjunto de elementos destinados a gerar um campo magnético e é fixo, por isso pode ser designado como estator) e o induzido (pode ser designado por rotor e é a parte móvel do motor).

2.1.2.2. Motores de corrente alternada (AC)

Segundo o catálogo WEG (motores eléctricos, p.68), motores de corrente alternada são os mais utilizados, porque a distribuição de energia eléctrica é feita normalmente em corrente alternada. Este motor possui um indutor fixo (estator) e um indutor rotativo (rotor), onde a corrente de excitação gera um campo magnético rotativo que arrasta o rotor com perfeita sincronia ou com um certo desfasamento. Os principais tipos são:

2.1.2.2.1. Motor síncrono: Funciona com velocidade fixa, utilizado somente para grandes potências (devido ao seu alto custo em tamanhos menores) ou quando se necessita de velocidade invariável;

2.1.2.2.2. Motor de indução: Funciona normalmente com uma velocidade constante, que varia ligeiramente com a carga mecânica aplicada ao eixo. Devido a sua grande simplicidade, robustez e baixo custo, é o motor mais utilizado de todos, sendo adequado para quase todos os tipos de máquinas accionadas, encontradas na prática.

2.2. Sistemas Hidráulicos

O termo “Hidráulica” é definido como a ciência que estuda os fenômenos físicos de fluidos em movimento e em repouso, utilizando-se das leis de conservação de massa, de movimento e de energia para estudar variáveis importantes do escoamento, como a pressão, a vazão, a temperatura, a viscosidade, a perda de carga, entre outras. A hidráulica é dividida em duas grandes áreas: a hidrostática, que estuda líquidos em repouso (teorias como a variação da pressão em um fluido estático, a teoria da manometria, a teoria de forças hidrostáticas em superfícies submersas, a teoria do empuxo, entre outras) e a hidrodinâmica, que estuda os líquidos em movimento (teoria da vazão, teorema de transporte de Reynolds, equação de Bernoulli, entre outras).

O princípio de funcionamento dos componentes hidráulicos segundo Stewart (2000), estabelece que um circuito hidráulico é um sistema utilizado para o accionamento dos dispositivos a serem empregados para a realização da tarefa inicialmente proposta.

Os sistemas hidráulicos são necessários principalmente quando precisamos multiplicar uma força a ser aplicada, através de máquinas hidráulicas que utilizam um líquido sob pressão para tal finalidade.

2.2.1. Conceitos e princípios básicos

2.2.1.1. **Força** é definida como qualquer causa que tende a produzir ou modificar o movimento de um corpo material, dada em Newton (N).

2.2.1.2. **Pressão** é definida como a força distribuída por unidade de área, ou seja:

$$P = F/A \text{ (Pa)} \quad (1)$$

No Sistema Internacional de Unidades (SI) a unidade de pressão é o N/m^2 , que recebe o nome de Pascal (Pa). A pressão manométrica é a diferença entre a pressão absoluta e pressão atmosférica, ou seja, é uma escala de pressão que utiliza a pressão atmosférica como referência.

2.2.1.3. **Pressão hidrostática** é a pressão exercida por um líquido e perpendicular à parede do recipiente, e é dada pela seguinte expressão:

$$P = \rho * g * h \text{ (N/m}^2\text{)} \quad (2)$$

2.2.1.4. **Vazão volumétrica** (Q) é o volume (V) de um fluido que passa na secção transversal de uma tubulação num certo intervalo de tempo (t). Matematicamente:

$$Q = V/t \text{ (m}^3\text{/s)} \quad (3)$$

A vazão mássica é, portanto, a vazão volumétrica multiplicada pela massa específica do fluido (também chamada de densidade). A equação da continuidade mostra que a vazão volumétrica em dois pontos distintos do escoamento é sempre a mesma se o fluido for incompressível.

2.2.1.5. **Princípio de Pascal** foi enunciado pelo físico e matemático Blaise Pascal em 1648, o qual por meio de experimentos com líquidos, constatou que o aumento de pressão em um ponto de líquido é igual ao aumento provocado em outro ponto. Enuncia-se desta forma “*A pressão exercida sobre a superfície da massa líquida é transmitida no seu interior, integralmente e em todas as direcções*”.

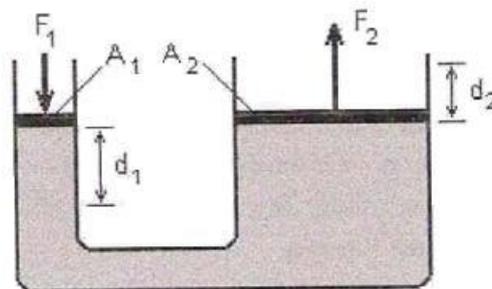


Figura 2. Princípio de Pascal para um sistema hidráulico. (fonte: Gomes, 2008, p.19)

A figura 2, apresenta o princípio de Pascal, que é o princípio de funcionamento de uma prensa hidráulica, Assim quando a força F_1 é exercida para baixo sobre o pistão A_1 de menor área da secção transversal, o líquido (incompressível) contido no dispositivo exerce uma força para cima de módulo F_2 sobre o pistão de maior área de secção transversal A_2 , então a fim de manter o sistema em equilíbrio, uma carga externa (não mostrada) deve exercer uma força para baixo no valor de F_2 sobre o pistão menor. A variação de pressão ΔP produzida pela força de entrada F_1 exercida pelo pistão menor é transferida ao pistão maior, sobre o qual passa a atuar uma força de saída F_2 . A equação que segue relaciona estas grandezas:

$$\Delta P = \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \Rightarrow F_2 = A_2 \frac{F_1}{A_1} \quad (N) \quad (4)$$

Como $A_2 > A_1$, pela relação acima fica claro que a força de saída F_2 exercida sobre a carga é maior que a força de entrada F_1

2.2.2. Bombas

As bombas são utilizadas, nos circuitos hidráulicos, para converter energia mecânica em energia hidráulica. No sistema gerador, o fluido hidráulico contido no reservatório entra no sistema pela linha de sucção, a uma baixa pressão, passa pela bomba hidráulica, onde adquire energia de pressão, alimenta o sistema pela linha de pressão, após sair da bomba a uma pressão mais alta e é redireccionado para o reservatório pela linha de retorno.



Figura 3. Bombas hidráulicas (fonte: Gomes, 2008, p.24)

As bombas são classificadas em dois tipos: hidrodinâmicas que são também chamadas de turbo-bombas ou máquinas de fluxo e hidrostáticas que são também conhecidas como bombas volumétricas ou de deslocamento positivo.

Nos sistemas hidráulicos, utilizam-se bombas hidrostáticas, que produzem fluxos de forma pulsativa, isto é, fornecem determinada quantidade de fluido a cada rotação ou ciclo. Estas bombas podem ser rotativas ou lineares. As bombas rotativas podem ser de engrenagens ou de palhetas, ao passo que as bombas lineares podem ser de pistões radiais e de pistões axiais.

2.2.2.1. Bombas rotativas de engrenagens: Estas bombas são formadas por um par de engrenagens acopladas (uma motora e outra movida) que gira dentro da carcaça, transportando o fluido da sucção até a descarga entre os seus dentes no decorrer do movimento rotativo, as engrenagens impedem o refluxo do óleo para a câmara de sucção. As engrenagens estão divididas em: externas, internas, de lóbulos e do tipo gerotor.

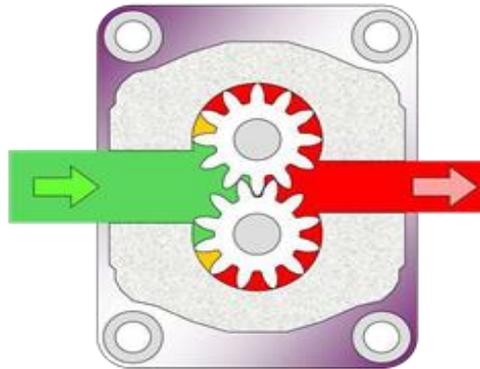


Figura 4. Bomba rotativa de engrenagens externas em corte (fonte: Gomes, 2008, p.20)

2.2.2.2. Bombas rotativas de palhetas: Nestas bombas, um rotor cilíndrico provido de ranhuras, com palhetas que se deslocam em ranhuras radiais, gira dentro de um anel circular. Pela acção das forças tangenciais, as palhetas tendem a sair do rotor, sendo obrigadas a manter contacto permanente com a face interna do anel, mas a pressão sob as palhetas as mantém contra o anel de reacção. O vácuo parcial, gerado pela expansão das câmaras de bombeamento, faz com que a pressão atmosférica empurre o óleo para o interior da bomba. O óleo é então transportado da entrada para a saída da bomba, onde as câmaras reduzem de tamanho, forçando o fluido para fora. Existem bombas de palhetas dos tipos: balanceadas e de deslocamento variável.

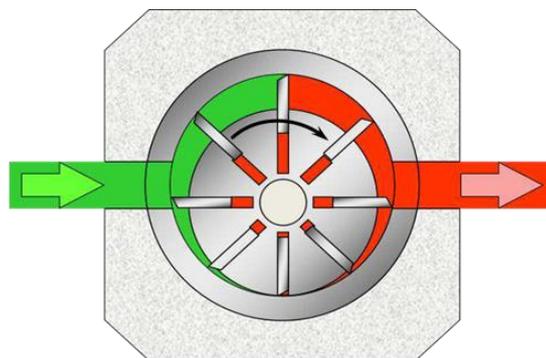


Figura 5. Bomba rotativa de palhetas em corte (fonte: Gomes, 2008, p.22)

2.2.2.3. Bombas lineares de pistões: Nesta bomba, o conjunto gira em um suporte estacionário por dentro de um anel ou rotor. Conforme o conjunto gira, a força centrífuga faz

com que os pistões sigam o controle do anel, excêntrico em relação ao bloco de cilindros. O deslocamento de fluido depende do tamanho e do número de pistões no conjunto, bem como do curso deles. São do tipo: radial e axial.

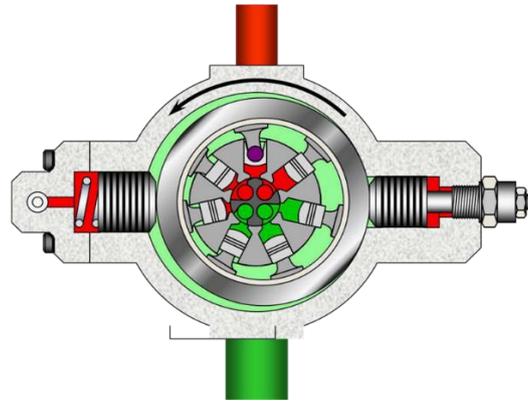


Figura 6. Bomba linear de pistões em corte (fonte: Gomes, 2008, p.28)

2.2.3. Fluido Hidráulico

O fluido hidráulico é o elemento vital de um sistema hidráulico industrial, pois entre os fluidos que poderiam ser utilizados nos sistemas hidráulicos, o óleo hidráulico é o mais recomendável, pois tem como função principal transmitir energia de pressão, além de lubrificar todas as partes móveis do sistema, dissipar o calor gerado, remover partículas sólidas e vedar folgas entre peças em movimento.

O fluido à base de petróleo é o mais comum, que contém aditivos que adicionam características apropriadas para cada aplicação desejada. Devido à característica inflamável do fluido proveniente do petróleo, foram desenvolvidos vários fluidos resistentes ao fogo, como: a emulsão de óleo em água (1 a 40% de óleo e o resto água), a emulsão de água em óleo (60% de óleo e o resto água), o fluido de água-glicol (também anticongelante) e o fluido sintético.

Os aditivos do fluido hidráulico são:

- **Os inibidores de oxidação** (a oxidação ocorre pela alta temperatura de utilização do óleo, catalisadores metálicos e pela presença de oxigênio, ocasionando um aumento na viscosidade do fluido e diminuição da capacidade de lubrificação);
- **Os inibidores de corrosão** (que protegem as superfícies do metal, neutralizando os materiais corrosivos formados);
- **Os aditivos de extrema pressão ou antidesgaste** (utilizados em aplicações com alta temperatura e pressão); e

- **Os aditivos antiespumantes** (não permitem a formação de bolhas de ar, que diminuem a lubrificação do sistema).

2.2.3.1. Índice de Viscosidade (IV) - O índice de viscosidade é um número puro que indica como um fluido varia em viscosidade quando a temperatura muda. Um fluido com um alto índice de viscosidade mudaria relativamente pouco com a temperatura. A maior parte dos sistemas hidráulicos industriais requer um fluido com um índice de viscosidade de 90 ou mais.

2.2.4. Reservatório hidráulico

O reservatório hidráulico tem a função de armazenar o fluido do sistema hidráulico, além de realizar seu resfriamento, tanto por condução quanto por convecção.

Construtivamente, o reservatório hidráulico contém as linhas de sucção e de retorno e a placa deflectora (chicana), como mostra a figura 8, que faz a separação do fluido da linha de sucção e da linha de retorno. Portanto, quando o fluido retorna ao reservatório, devido à ação da placa deflectora, as impurezas sedimentam, o ar é retirado pelo respiradouro e o calor é dissipado antes de voltar à linha de sucção. A placa deflectora também evita a turbulência no reservatório. Além da questão dimensional e funcional, existem outros componentes que fazem parte do reservatório hidráulico:

- Os drenos (linha de dreno e o bujão de drenagem);
- O filtro de ar;
- O filtro de sucção;
- O indicador de nível de óleo;
- As tampas para respiradouro, enchimento e limpeza.

Podem ser instalados também acessórios no reservatório hidráulico, como o termômetro, para controle da temperatura do óleo e o magneto, para retenção de partículas em suspensão. O reservatório hidráulico deve ser pintado internamente com uma tinta especial, compatível com o tipo de fluido utilizado, a fim de evitar a ferrugem resultante da condensação da humidade.

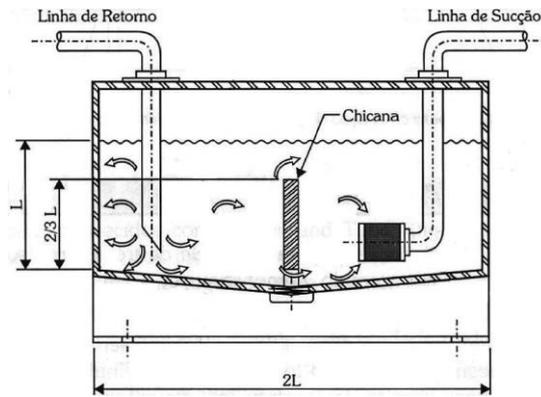


Figura 7. Reservatório hidráulico em corte (fonte: Fialho, 2014, p.110)

2.2.5. Válvulas hidráulicas

As válvulas, que compõem o sistema distribuidor do circuito hidráulico, servem para controlar a pressão do fluido, a direção do escoamento de fluido e a vazão de fluido requerida em uma determinada aplicação. Portanto, as válvulas são úteis em sistemas hidráulicos para limitar a pressão máxima de um sistema, regular a pressão em certas partes dos circuitos, dentre outros.

2.2.5.1. Válvulas controladoras de pressão limitam ou reduzem a pressão de trabalho em sistemas hidráulicos. Estas válvulas são classificadas de acordo com o tamanho e a faixa de pressão de trabalho. Podem assumir as seguintes funções nos circuitos hidráulicos:

- Válvula de segurança ou alívio;
- Válvula de descarga;
- Válvula de sequência;
- Válvula de contrabalanço;
- Válvula de frenagem;
- Válvula redutora de pressão;
- Válvula de segurança e descarga.

2.2.5.2. Válvulas controladoras de vazão controlam a quantidade de fluido a ser utilizado no sistema. Têm como função regular a velocidade dos actuadores lineares e rotativos. Podem ser fixas ou variáveis, unidireccionais ou bidireccionais.

2.2.5.3. Válvulas de bloqueio impedem o fluxo do fluido hidráulico em um sentido, permitindo o fluxo livre no sentido contrário, tem a finalidade de segurar cargas verticais com estanqueidade de 100%. São classificadas como: de retenção simples, de retenção com desbloqueio hidráulico, de retenção pilotada geminada e de sucção e preenchimento.

2.2.5.4. Válvulas direcionais também conhecidas como distribuidores, são responsáveis pelo direcionamento do fluido dentro do sistema, possibilitando o avanço ou o recuo dos actuadores lineares, accionamento ou inversão de actuadores rotativos, desviando e direccionando o fluxo de fluido hidráulico para onde for necessário. As válvulas direccionais são classificadas de acordo com o número de vias, número de posições de comando, tipos de accionamento e princípios de construção. Dentre as válvulas direccionais, a mais comum e a válvula de carretel.

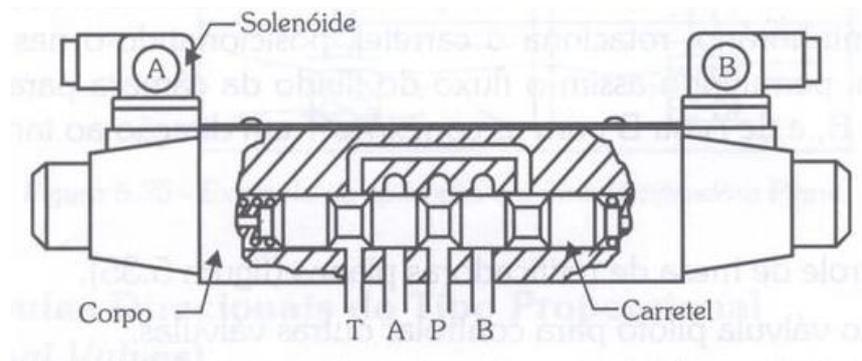


Figura 8. Válvula direcional 4/3 de carretel (fonte: Fialho, 2014, p.121)

2.2.6. Actuadores hidráulicos

Os actuadores hidráulicos convertem a energia hidráulica de pressão em energia mecânica e são os componentes mais importantes do sistema de aplicação de energia, pois são os consumidores de energia do sistema encontrados em praticamente todos os sistemas hidráulicos. São classificados em lineares e rotativos.

2.2.6.1. Actuadores hidráulicos lineares são elementos que convertem energia hidráulica em movimento linear ou angular. São também conhecidos como cilindros hidráulicos, subdivididos em:

2.2.6.1.1. Actuador hidráulico linear de simples acção - são actuadores cujo movimento de avanço ou recuo é realizado por uma mola interna ao cilindro, ou por uma força externa. Os tipos mais comuns são: actuador hidráulico linear de simples efeito com retorno por mola e actuador do tipo martelo.

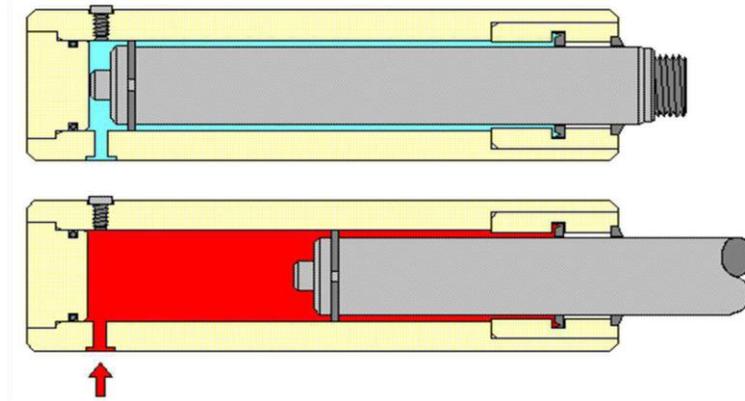


Figura 9. Actuador hidráulico linear de simples acção (fonte: Festo, 2001)

2.2.6.1.2. Actuador hidráulico linear de dupla acção - são aqueles nos quais tanto o avanço quanto o recuo da haste são feitos pela força hidráulica gerada pelo sistema de bombeamento. Os tipos mais comuns são: de haste dupla; telescópico ou de múltiplo estágio; duplex contínuo ou em tandem; duplex.

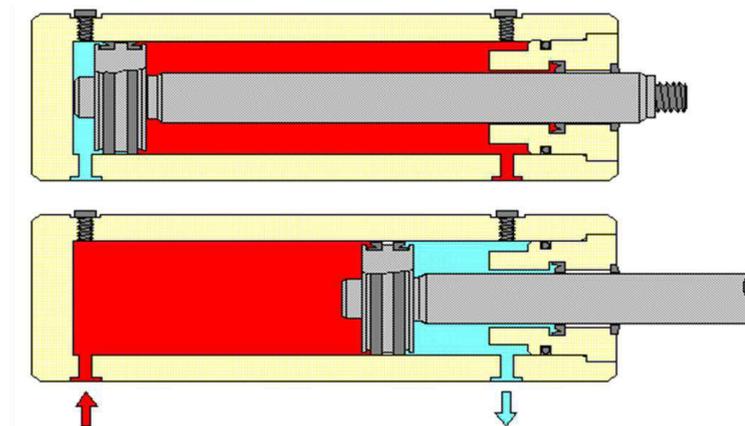


Figura 10. Actuador hidráulico linear de dupla acção (fonte: Festo, 2001)

2.2.6.2. Actuadores hidráulicos rotativos (Motores hidráulicos) são actuadores capazes de transformar energia hidráulica em energia mecânica, produzindo um movimento giratório. Ao contrário das bombas que empurram o fluido num sistema hidráulico, os motores são empurrados pelo fluido, desenvolvendo torque e rotação. Quanto ao funcionamento, existem três tipos de motores hidráulicos:

- Motor unidireccional, que se movimenta em um único sentido de rotação;
- Motor bidireccional (reversível), que produz rotação nos dois sentidos;
- Motor oscilante (angular), que gira em ambos os sentidos com ângulo de rotação limitado.



Figura 11. Motores hidráulicos (fonte: Fialho, 2004, p.69)

2.2.7. Manômetro

O manômetro é um aparelho que mede um diferencial de pressão num sistema de fluidos fechado. Dois tipos de manômetros são utilizados nos sistemas hidráulicos: o de Bourdon e o de núcleo móvel.



Figura 12. Manômetro (fonte: Gomes, 2008, p.3)

2.2.7.1. Manômetro de Bourdon ou tubo de Bourdon consiste de uma escala calibrada em unidades de pressão e de um ponteiro ligado, através de um mecanismo, a um tubo oval, em forma de "C". Conforme a pressão aumenta no sistema, o tubo de Bourdon tende a endireitar-se devido às diferenças nas áreas entre os diâmetros interno e externo do tubo. Esta acção de endireitamento provoca o movimento do ponteiro, proporcional ao movimento do tubo, que registra o valor da pressão no mostrador. Os manômetros de Bourdon são instrumentos de boa precisão com valores variando entre 0,1 e 3% da escala total. São usados geralmente para trabalhos de laboratórios ou em sistemas onde a determinação da pressão é de muita importância. Com estes tubos, podem ser indicadas pressões até 60 bar.

2.2.7.2. Manômetro de núcleo móvel consiste de um núcleo ligado ao sistema de pressão, uma mola de retração, um ponteiro e uma escala graduada em kgf/cm^2 ou psi.

Conforme a pressão aumenta, o núcleo é empurrado contra a mola de retração, provocando o movimento do ponteiro que está ligado ao núcleo e este registra o valor da pressão no mostrador graduado. Estes manómetros são económicos devido a sua grande durabilidade.

2.2.8. Condutores hidráulicos

Os condutores hidráulicos englobam os diversos tipos de tubulações e conexões, disponíveis no mercado, empregados para transportar a energia hidráulica da bomba até os actuadores, passando pelos elementos de comando e controle. Além de transportar óleo, os condutores têm por finalidade absorver vibrações e facilitar a dissipação de calor, gerados pelos componentes hidráulicos sob pressão. Existem quatro tipos de principais de condutores hidráulicos: canos de aço roscados, tubos de aço sem costura, mangueiras flexíveis e blocos de montagem. (Moreira, 2012, p.63)

Geralmente os sistemas hidráulicos utilizam condutores hidráulicos flexíveis como elementos para movimentação do fluido, isto devido ao facto de absorverem vibrações e facilitarem a mudança de direcção de transmissão da força.

Segundo o catálogo de Ciser (2020, p.64) a estrutura dos condutores hidráulicos é formada por uma variedade de materiais, mas de forma geral é composta por tubo, reforço e cobertura, onde:

- **Tubo:** é a camada interna dos condutores hidráulicos que tem a função de transportar com segurança o fluido hidráulico. O material utilizado para o tubo é geralmente uma borracha sintética;
- **Reforço trançado:** são reforços de malhas aço, fabricados de forma trançada que ficam sobre o tubo. Podem conter um ou dois, e são utilizados para aplicações de baixa, média e alta pressão;
- **Reforço espiralado:** quando um nível maior de resistência à pressão é necessário, o reforço é fornecido por camadas de arame de aço espirais. Cada camada de espiral de arame é enrolada no lado oposto da camada anterior, e haverá sempre um número par de camadas, a fim de equilibrar as forças dentro da estrutura. Como nas mangueiras trançadas, as camadas espirais são separadas por camadas de borracha adesiva para evitar o atrito.
- **Cobertura:** é a camada externa do condutor hidráulico, que apresenta como principal característica a protecção do reforço. Nela também é gravado a marca e a norma da mangueira. Existem ameaças à cobertura de uma mangueira, como: temperatura, ozono, raios UV, abrasão, fogo e sujeira.

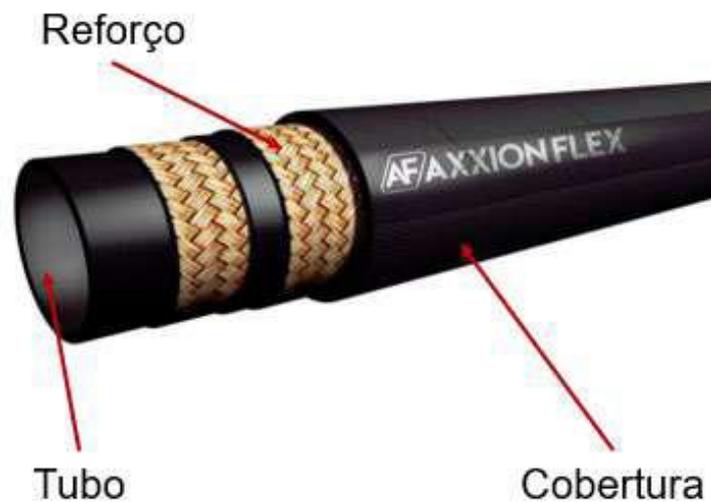


Figura 13. Condutor hidráulico flexível (fonte: catálogo ciser 2020, p.64)

2.3. Prensas

Segundo Santos A. (2013), a prensa é uma máquina-ferramenta que possui uma capacidade de fornecimento de força e energia para prover uma conformação plástica à um determinado material.

Prensa é uma máquina usada para comprimir certos materiais. (Dicionário de língua portuguesa, 2005, p.465).

2.3.1. Classificação:

2.3.1.1. Quanto a natureza da energia utilizada na transmissão:

- Prensas mecânicas;
- Prensas hidráulicas;
- Prensas pneumáticas.

2.3.1.2. Quanto a forma da estrutura (ou corpo da prensa):

- Prensa de arcada ou prensa de montantes;
- Prensa de colunas;
- Prensa de corpo em C.

2.3.1.3. Quanto ao número de corredeiras:

- Simples efeito;
- Duplo efeito;
- Triplo efeito.

2.3.1.4. Quanto a pressão:

- Leves até 50 ton;
- Médias de 50 a 500 ton;
- Grande porte acima de 500 ton.

2.3.2. Prensa Hidráulica

As prensas hidráulicas funcionam mediante o accionamento hidráulico do pistão que movimenta a ferramenta superior da prensa. Quem provê o accionamento do sistema é uma bomba hidráulica através de um motor que acciona os cilindros do equipamento e coordenam os movimentos de subida e descida.

Possuem grandes capacidades de prensagem da peça e podem ser utilizadas desde pequenos valores, como é o caso das prensas manuais de oficinas mecânicas, entre 5 a 20 ton, até as enormes prensas da industria automobilística que chegam a 1600 ou 2000 ton.



Figura 14. Prensa hidráulica (fonte: catálogo Hi-force, p.166)

Capítulo 3. Contextualização do projecto

3.1. Apresentação da Empresa

Ermoto, Lda é uma empresa especializada na rectificação de componentes de motor como, cabeça de motor, bloco de motor, válvulas, bielas, cambotas, apoios, etc. Também realiza actividades de manutenção na área de mecânica-auto. A empresa está localizada na cidade de maputo, no distrito de Ka-chamanculo, na avenida de trabalho nº 1124.



Figura 15. Vista da entrada da Ermoto, Lda (fonte: Autor)

3.1.1. Estrutura organizacional da empresa

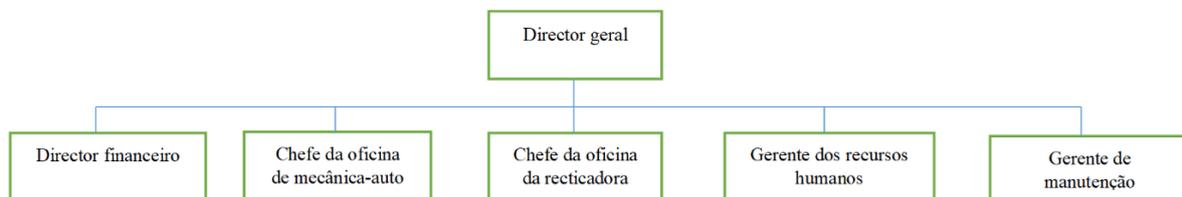


Figura 16. Organograma da Ermoto, Lda (fonte: Ermoto, Lda)

3.1.2. Distribuição da empresa

Esta empresa é constituída por duas oficinas principais (cada oficina contém um escritório), um refeitório e uma área administrativa.

3.1.2.1. Oficina de rectificação

A oficina de rectificação de componentes de motor é constituída pelas seguintes secções principais:

- Secção de torneamento;
- Secção de rectificadora cilíndrica;

- Secção de rectificadora de cambotas;
- Secção de fresagem;
- Secção de rectificadora de bielas;
- Secção de prensagem;
- Secção de armazenamento.



Figura 17. Oficina de rectificação da Ermoto, Lda (fonte:Autor)

3.1.2.2. Oficina de mecânica-auto

A oficina de mecânica-auto é constituída pelas seguintes secções principais:

- Secção de elevador;
- Secção de reparações.



Figura 18. Oficina de mecânica-auto da Ermoto, Lda (fonte:Autor)

3.2. Especificações técnicas iniciais

As especificações técnicas seguintes, foram retiradas da prensa hidráulica de marca: **HIAB**, modelo: **H100** e n.º: **10/1139**. Pertencente a Ermoto, Lda e a qual se pretende dimensionar o accionamento eléctrico.

- ✓ Força de pressão [kN]: 981 (100 ton)
- ✓ Pressão máxima [bar]: 250
- ✓ Curso do pistão [mm]: 380
- ✓ Diâmetro interior do cilindro [mm]: 220
- ✓ Diâmetro da haste do pistão [mm]: 90
- ✓ Viscosidade do óleo: $\nu=0,45$ St.



Figura 19. Prensa hidráulica HIAB da Ermoto. (fonte: Autor)

Capítulo 4. Metodologia de resolução do problema

4.1. Dimensionamento dos condutores

Para estabelecer os diâmetros mínimos necessários às tubulações, utiliza-se a seguinte fórmula:

$$dt = \sqrt{\frac{Q_B}{0,015 \times \pi \times v}} \quad (5)$$

Onde: 0,015 – factor de conversão.

$dt_{comercial} \geq dt_{calculado}$

Tubulação	Pressão (bar)				Velocidade (cm/s)
	20	50	100	>200	
Tubulação de Pressão	300	400	500	600	
Tubulação de Retorno	300				
Tubulação de Sucção	100				

Tabela 1. Velocidades recomendadas (fonte: Fialho, p.82)

- **Verificação do escoamento:**

$$Re = \frac{v \times dt}{\nu} \quad (6)$$

Limites de Escoamento	
Escoamento Laminar	$Re \leq 2000$
Escoamento Indeterminado	$2000 < Re < 2300$
Escoamento Turbulento	$Re \geq 2300$

Tabela 2. Limites de escoamento para Reynolds (fonte: Fialho, p.81)

- Para a escolha dos condutores hidráulicos obedece-se as normas EN 853 2SN e SAE 100 R2AT

4.1.1. Conductor de sucção

- Diâmetro interno da tubulação de sucção:

$$d_{ts} = \sqrt{\frac{Q_B}{0,015 \times \pi \times v_s}} \quad (7)$$

- Verificação do escoamento:

$$Re_s = \frac{v_s \times d_{ts}}{\nu} \quad (8)$$

4.1.2. Condutor de retorno

- Diâmetro interno da tubulação de retorno:

$$d_{tr} = \sqrt{\frac{Q_B}{0,015 \times \pi \times v_r}} \quad (9)$$

- Verificação do escoamento:

$$Re_r = \frac{v_r \times d_{tr}}{\nu} \quad (10)$$

4.1.3. Condutor de pressão

- Diâmetro interno da tubulação de pressão:

$$d_{tp} = \sqrt{\frac{Q_B}{0,015 \times \pi \times v_p}} \quad (11)$$

- Verificação do escoamento:

$$Re_p = \frac{v_p \times d_{tp}}{\nu} \quad (12)$$

4.2. Selecção da bomba

- Volume de absorção: $Vg = \frac{1000 \cdot Q_B}{n \cdot \eta_v}$ (13)

- Momento de torção absorvido: $Mt = \frac{Q_B \cdot \Delta P}{100 \cdot \eta_{mh}}$ (14)

- Potência absorvida: $N = \frac{Mt \cdot n}{9549}$ (15)

Onde:

n – Velocidade do motor eléctrico [RPM];

η_v – Rendimento volumétrico [0.91 – 0.93];

η_{mh} – Rendimento mecânico-hidráulico [0.82 – 0.97].

4.3. Velocidades e tempo de avanço e retorno do actuador

- Área interna do cilindro do actuador: $A_{Cil} = \pi * \frac{d_{cil}^2}{4}$ (16)

- Área da coroa do actuador: $A_{Cil} = \pi * \frac{d_{cil}^2 - d_{has}^2}{4}$ (17)

- A velocidade de avanço é dada pela equação: $V_A = Q_B / A_{Cil}$ (18)

- A velocidade de retorno é dada pela equação: $V_R = Q_B / A_{cor}$ (19)

- Tempo de avanço: $t_A = S / V_A$ (20)

- Tempo de retorno: $t_R = S / V_R$ (21)

Onde: V_A - velocidade de avanço da haste [m/s];

A_C - área da coroa do actuador hidráulico (área de secção transversal do pistão menos a área de secção transversal da haste) [m²];;

V_R - velocidade de retorno da haste [m/s];

A_P - área do pistão do actuador hidráulico [m²];

S - curso do pistão [m].

4.4. Dimensionamento do reservatório

“Em regra geral, um reservatório deve ser grande o suficiente para conter, em volume, de duas à três vezes a quantidade de óleo que a bomba envia para o sistema hidráulico.” (Moreira, 2012, p.61)

$$V_{res} = Q_B \cdot (2 \text{ ou } 3) [m^3] \quad (22)$$

$$V_{res} = Q_B \cdot 3 [m^3]$$

Onde: Q_B – vazão da bomba [l/min].

4.5. Tabela de resultados dos cálculos

Tabela 3. Resultados dos cálculos dos parâmetros do sistema hidráulico

Parâmetros	Símbolo	Valor	
Diâmetro dos condutores		Encontrado	Comercial (Catálogo
Sucção	d_{ts}	1,905 cm	ciser)
Retorno	d_{tr}	1,100 cm	1,91 cm
Pressão	d_{tp}	0,778 cm	1,27 cm
			0,95 cm
Verificação do escoamento		Encontrado	Tipo de escoamento
Sucção	Re_s	424,4	<i>Escoamento Laminar</i>
Retorno	Re_r	846,7	<i>Escoamento Laminar</i>
Pressão	Re_p	1266,7	<i>Escoamento Laminar</i>
Seleção da bomba			
Volume de absorção	V_g	10,59 cm ³ /rotação	
Momento de torção absorvido	M_t	47,5 N.m	
Potência absorvida	N	8,73 kW	
Actuador			
Área interna do cilindro	A_{cil}	0,038013 m ²	
Área da coroa	A_{cor}	0,031652 m ²	
Velocidade de avanço	V_A	7,50 mm/s	
Velocidade de retorno	V_R	9,00 mm/s	
Tempo de avanço	t_A	50,67 s	
Tempo de retorno	t_R	42,20 s	
Volume do reservatório	V_{res}	51,3 litros	

Capítulo 5. Apresentação, análise e discussão dos resultados

5.1. Selecção do motor eléctrico

Dado que a bomba necessita de uma potência de accionamento = $8,73 \text{ kW}$. Escolhe-se o motor eléctrico WEG trifásico IP55 com potência de $9,2 \text{ kW}$ ($12,5 \text{ cv}$), 4 pólos, 60 Hz e rotação nominal de 1755 RPM.

- IP55 – Motor fechado: 1º algarismo - protecção completa contra choques e protecção contra acúmulo de poeiras nocivas, 2º algarismo - protecção contra jactos de água em todas as direcções.

5.2. Selecção de válvula direcciona

O princípio de funcionamento da presente prensa hidráulica é de acção dupla, por isso escolhe-se uma válvula do tipo 4/3 (4 vias e 3 posições) e para uma melhor precisão, escolhe-se uma válvula de comando manual.

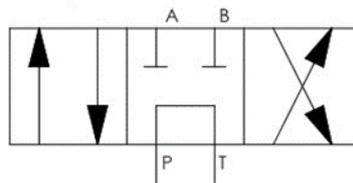


Figura 20. Símbolo de válvula direccional 4/3. (fonte: catálogo Hi-force)

5.3. Selecção de uma unidade hidráulica

A unidade hidráulica incorpora todos elementos de accionamento da prensa hidráulica.

A aquisição da unidade hidráulica é a melhor solução deste projecto, pois elimina a necessidade de mão-de-obra especializada para a montagem de todos elementos do accionamento da prensa hidráulica, assim será suficiente instalar a unidade na estrutura e fazer a ligação dos condutores hidráulicos.

Para a escolha da unidade hidráulica deve se ter em conta as seguintes características obtidas anteriormente:

- Tipo de válvula direccional;
- Capacidade de óleo;
- Vazão da bomba;
- Tensão do motor eléctrico;

- Pressão máxima;
- Força de prensagem.

Escolhe-se a unidade hidráulica **Hi-force modelo HEP517444** do catálogo Hi-force, com as seguintes características:

Tabela 4. Características técnicas da unidade hidráulica (fonte: catálogo Hi-force, p.40)

Tipo de válvula direccional	Capacidade de óleo (litros)	Vazão máxima (litros/minuto)	Tensão do motor	Peso (kg)	Pressão máxima (bar)
4/3	60	17,5	380/440V-3Ph	120.5	700

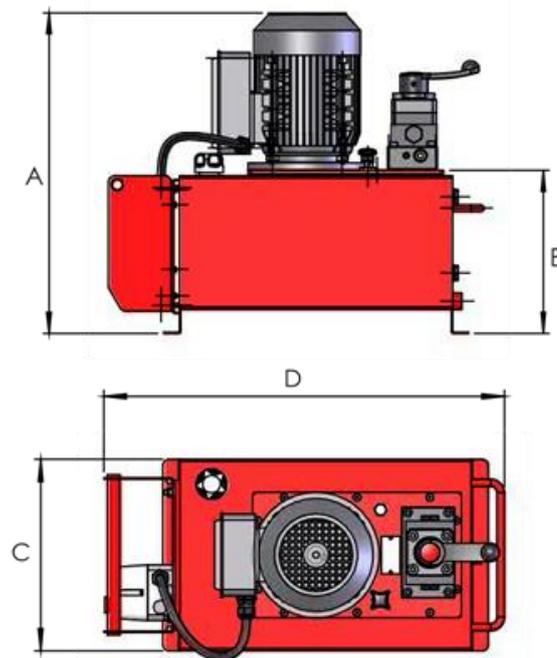


Figura 21. Unidade hidráulica (fonte: catálogo Hi-force, p.40)

Tabela 5. Características dimensionais da unidade hidráulica (fonte: catálogo Hi-force, p.40)

Dimensões da unidade hidráulica (mm)			
A	B	C	D
713	407	406	656

5.4. Parte projectiva da prensa hidráulica

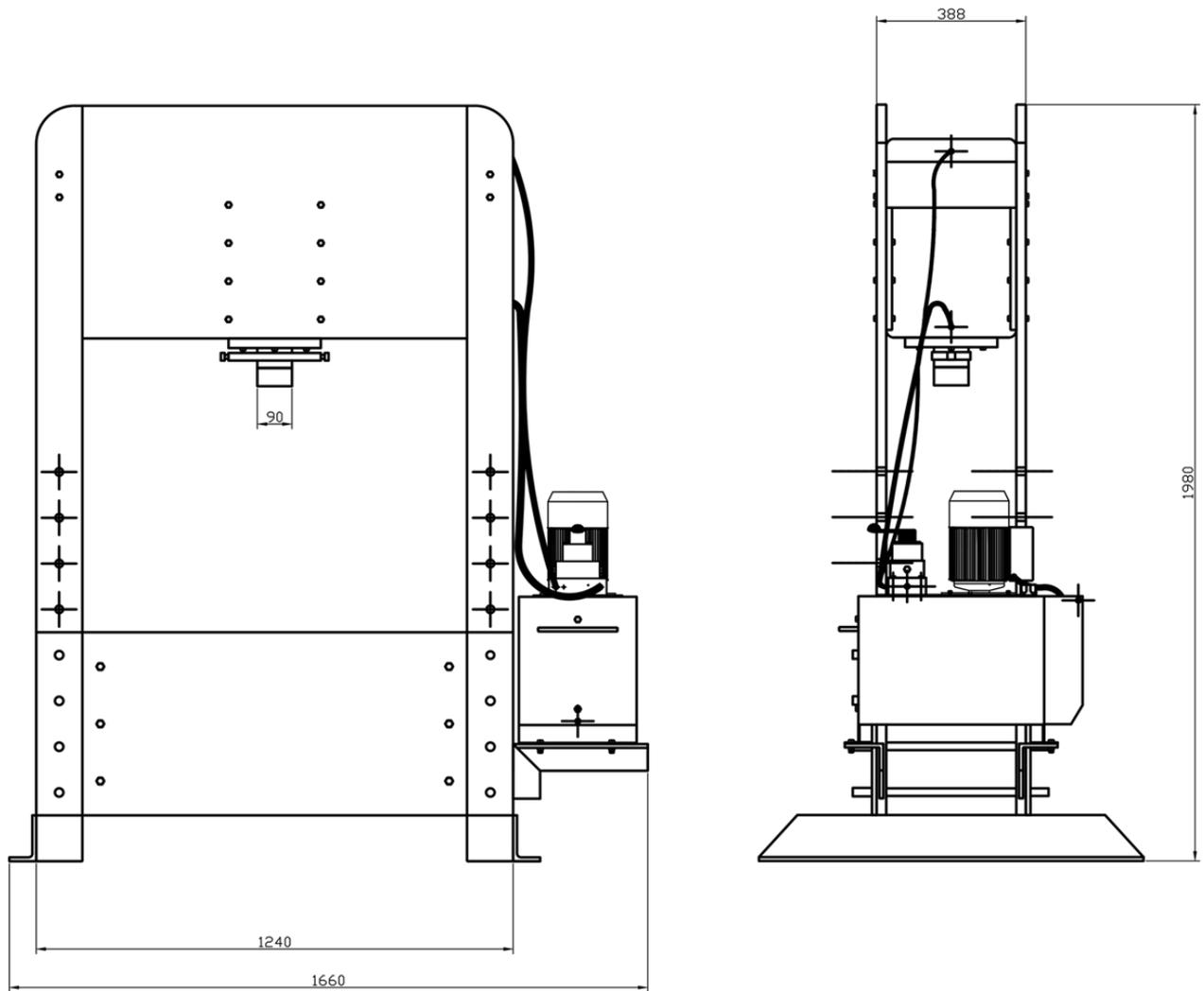


Figura 22. Desenho da prensa hidráulica (fonte: Autor)

5.5. Parte hidráulica da prensa hidráulica

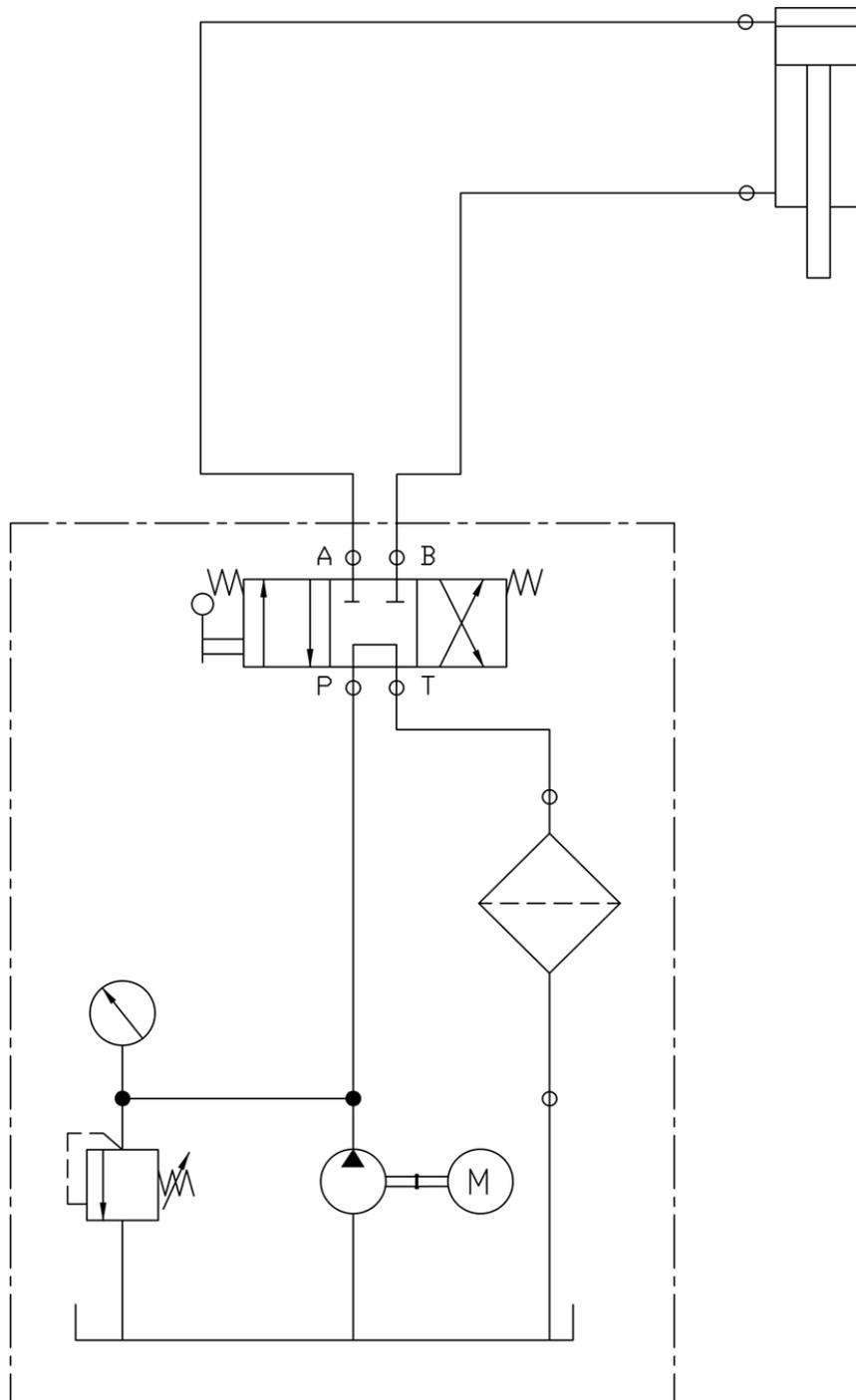


Figura 23. Circuito hidráulico (fonte: Autor)

5.6. Parte eléctrica

A energia eléctrica nesta prensa hidráulica será usada somente para o accionamento do motor eléctrico, portanto apenas verifica-se a presença do circuito eléctrico de potência.

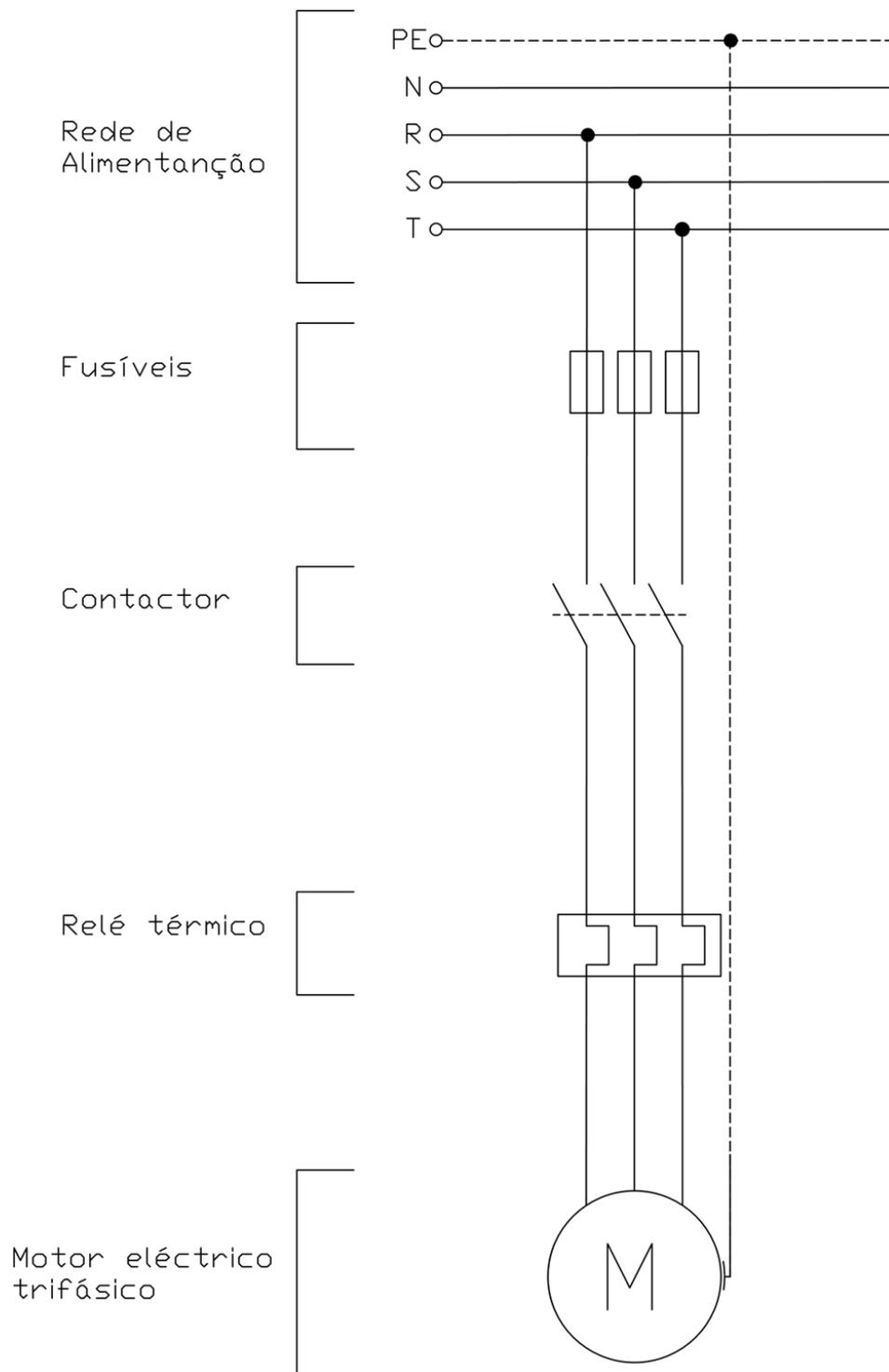


Figura 24. Circuito eléctrico de potência (fonte: Autor)

Capítulo 6. Conclusões e recomendações

6.1. Conclusões

No trabalho abordado que visa o dimensionamento de um accionamento eléctrico para uma prensa hidráulica, observou-se que os objectivos pretendidos foram alcançados. Assim conclui-se que:

- O accionamento eléctrico na prensa hidráulica reduzirá o número de trabalhadores na máquina-ferramenta, dado que não será necessário a presença de mais de um trabalhador durante a prensagem;
- Os lucros da empresa aumentarão com a aplicação de um accionamento eléctrico na prensa hidráulica, pois apesar de requerer energia eléctrica para operar, elimina o tempo de descanso dos operadores durante a operação, reduzindo assim o tempo de operação;
- O accionamento eléctrico na prensa hidráulica reduzirá os acidentes de trabalho, pois estes são as principais causas de perda de um grande número de horas de trabalho.

6.2. Recomendações

Neste projecto tem-se como recomendações:

- Deve se pintar a prensa hidráulica no local afetado, sempre que se verificar uma parte raspada, protegendo assim esta máquina-ferramenta contra a corrosão;
- Verificar periodicamente o nível e a qualidade do óleo hidráulico contido no reservatório da unidade hidráulica da prensa, e aumentar ou trocar dependendo da necessidade do sistema hidráulico;
- Deve se retirar o ar do reservatório hidráulico através da válvula purgadora, pelo menos uma vez por mês, para que o sistema hidráulico funcione de forma eficaz.

Capítulo 7. Referências bibliográficas

1. Catálogo Ciser (2020). *Mangueiras e conexões*.
2. Catálogo Hi-force. *Hydraulic tools*.
3. Catálogo Weg, M. (2020). *Motores Elétricos*.
4. Festo (2001). *Pneumatic electronic tips: information uber anwendungen der steuerungstechnik*.
5. Fialho, A. B. (2004). *Automação hidráulica: projetos, dimensionamento e análise de circuitos*. São Paulo: Érica.
6. Gomes, M. R. (2008). *Apostila de hidráulica*. Bahia: Santo amaro
7. Moreira, I. S. (2012). *Sistemas hidráulicos industriais*. São Paulo: SENAI-SP editora.
8. Plural editores. (2005). *Dicionário de língua portuguesa escolar*. Porto: Porto editora
9. Santos A. (2013). *Tecnologia de Conformação Plástica - Prensas. Apontamentos da unidade curricular Processos de Fabrico I*.
10. Simões R. M. (2016). *Sistemas hidráulicos e pneumáticos*. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A.
11. Siteo, R. V. (1996). *Guia para o cálculo cinemático de acionamentos*. Maputo: Faculdade de engenharia, departamento de engenharia mecânica.
12. Stewart, H. L. (2002). *Pneumática e hidráulica*. São Paulo: Hemus.