

UFPb
CCT

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

DEM

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECANICA
PROGRAMA DE INTEGRAÇÃO UNIVERSIDADE/EMPRESA
CURSO INTEGRADO

CURSO INTEGRADO
CURSO INTEGRADO
CURSO INTEGRADO
CURSO INTEGRADO
CURSO INTEGRADO
CURSO INTEGRADO
CURSO INTEGRADO
CURSO INTEGRADO
CURSO INTEGRADO
CURSO INTEGRADO
CURSO INTEGRADO
CURSO INTEGRADO
CURSO INTEGRADO

CURSO INTEGRADO
CURSO INTEGRADO
CURSO INTEGRADO
CURSO INTEGRADO
CURSO INTEGRADO
CURSO INTEGRADO
CURSO INTEGRADO
CURSO INTEGRADO
CURSO INTEGRADO
CURSO INTEGRADO
CURSO INTEGRADO
CURSO INTEGRADO
CURSO INTEGRADO

Rua Aprígio Veloso, s/n - Telefone: (083) 321.7222 - Ramais 620 e 611.
Campina Grande - Paraíba

CURSO INTEGRADO
CURSO INTEGRADO
CURSO INTEGRADO
CURSO INTEGRADO

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA

DISCIPLINA: ESTÁGIO INTEGRADO

COORDENADOR: MARCINO DIAS DE O. JÚNIOR

ORIENTADOR: JOSÉ DA SILVA QUIRINO

A L U N O : ANTONIO ALVES TAVEIROS

MATRÍCULA : 7821319-2

RELATÓRIO "ESTÁGIO INTEGRADO"

CAMPINA GRANDE - PARAÍBA

Campina Grande, Janeiro de 1984

Ilmº Sr.

PROF. MARCINO DIAS DE O. JÚNIOR

MD. Coordenador de Estágio Integrado

N E S T A

Senhor Coordenador:

Estou enviando a Vossa Senhoria, o Relatório do **Estágio Integrado**, que foi realizado por minha pessoa no período de outubro/82 a janeiro/83, na **Companhia de Celulose da Bahia**, sob sua coordenação e com orientação do Prof. **JOSÉ DA SILVA QUIRINO**.

Sem mais para a oportunidade, subscrevo-me.

Atenciosamente,

ANTONIO ALVES TAVEIROS



Biblioteca Setorial do CDSA. Abril de 2021.

Sumé - PB

P L A C A

"COMPANHIA DE CELULOSE DA BAHIA"

EM 24 DE MARÇO

De 1981, sendo Presidente da República o Exmº Sr. **João Batista de Figueiredo** e na presença do Governador do Estado Exmº Sr. Antonio Carlos Magalhães, inaugurou-se a Companhia de Celulose da Bahia, complexo Agro-pecuário que veio propiciar novas opções para o desenvolvimento da cultura sisaleira da Bahia.

Conselho de Administração:

- Alberto dos Santos Abade - Presidente
- Newton de Castilho - Vice-Presidente
- Manoel Figueiredo de Castro
- Adriano de Araújo
- Jorge Luiz Freire
- Jorge Marques Leandro
- José de Freitas Mascarenhas
- José Mário Tavares de Olinda
- Luiz Augusto Sacchi
- Paulo Roberto Gaspar Domingues

Diretoria:

- Alberto dos Santos Abade
- Luiz Gama Robinson
- Nei Monteiro da Silva

PENSAMENTOS E VERSÍCULOS BÍBLICOS

- A Bíblia é a carta magna, a lei fundamental de todos os direitos e liberdades de nossa civilização moderna.

(David Livingstone)

- Nunca esquecerei dos teus preceitos, visto que por eles me tens dado vida.
- Nunca a loucura dos outros nos pode fazer sábios.

(Napoleão)

- O preconceito é desconfiado ao olhar, mentiroso ao falhar, e injusto ao agir.
- A vontade de Deus jamais te conduzirá onde a graça de Deus não possa manter-te.
- Não importa a quantidade do que você sabe, mas o que você faz com aquilo que sabe.
- Entrega o teu caminho ao Senhor, confia nele, e ele tudo fará.

(Salmo 35:7)

- Há caminho, que parece direito ao homem, mas o seu fim é o caminho da morte.

(Provérbio 15:25)

A G R A D E C I M E N T O S

Agradeço em primeiro lugar a "Deus", pela vida, pela saúde, pela inteligência e pela paz através de seu filho Jesus a todos aqueles que o buscam de bom coração e depois a todos aqueles que direta ou indiretamente me deram apoio e coragem nesta batalha vitoriosa.

DEDICADO A:

Meus pais e familiares que durante longos anos de luta sempre deram-me o estímulo e o apoio necessário para esta conquista.

COLABORAÇÃO:

- Departamento de Engenharia Mecânica - UFPb
- Companhia de Celulose da Bahia, através de seus funcionários.



companhia de celulose da bahia

DECLARAÇÃO

Declaramos para os devidos fins, que ANTONIO ALVES TAVEIROS, estagiou nesta Empresa no período de Outubro/82 a Janeiro/83, desenvolvendo tarefas relativas à área de Projetos Agrícolas.

companhia de celulose da bahia


LÁZARA SANTOS PAIVA
Coordenação de Seleção e Treinamento

Camaçari, 02 de fevereiro de 1983,

CAMAÇARI-BA (FÁBRICA)
VIA ALFA S/Nº - ÁREA IND. NORTE - COPEC
TEL.: (071) 932 1066
CAIXA POSTAL Nº 0002
TELEX (071) 1588 - CEBA - BR
CEP. 42 800

SALVADOR - BA. (ESCRITÓRIO)
RUA PINTO MARTINS, 11
ED. COMENDADOR PEDREIRA, S/ 305
TEL.: 243 4311
TELEX: (071) 1103 - CEBA - BR
CEP. 40.000

RIO DE JANEIRO - RJ
AV. ALMIRANTE BARROSO, 63
ED. CIDADE DO RIO DE JANEIRO S/1317
TEL.: (021) 262 7219
CEP. 20 031

0.0.003.0-OUT/81

Í N D I C E

	<u>PÁG.</u>
0 - INTRODUÇÃO GERAL.....	04
1 - HISTÓRICO DA EMPRESA.....	05
2 - PROCESSO DE FABRICAÇÃO	20
3 - DESCRIÇÃO DOS EQUIPAMENTOS E ATIVIDADES.....	27
3.1. BOMBAS.....	
3.2. COMPRESSORES, VENTILADORES E BOMBA DE VÁCUO	
3.3. TURBO GERADOR	
3.4. VÁLVULAS	
3.5. REDUTORES DE VELOCIDADES	
3.6. ROLAMENTOS	
3.7. PURGADORES	
3.8. CALDEIRA DE RECUPERAÇÃO	
3.9. ISOLAMENTO TÉRMICO	
3.10. COLETOR DE VAPOR	
3.11. FILTROS	
3.12. EVAPORADORES	
3.13. PICADORES	
3.14. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS	
3.15. CONCLUSÃO	

INTRODUÇÃO GERAL

Neste estão descritas todas as atividades e conhecimentos desenvolvidos durante o estágio integrado realizado na Companhia de Celulose da Bahia, pelo curso de Engenharia Mecânica da Universidade Federal da Paraíba, sob a devida coordenação do Professor Marcino Dias de Oliveira Júnior e a orientação do Professor José da Silva Quirino, e que teve seu início no dia 03 de outubro de 1982 até o dia 30 de janeiro de 1983, num total de 4 (quatro) meses ou 930 horas.

Foram desenvolvidas atividades na área de manutenção mecânica durante um período de 2 (dois) meses, tais como manutenção de bombas, turbina, purgadores, válvulas, tubulações, compressores e caldeiras, sendo que a maior parte da manutenção foi realizada em cima de bombas e válvulas.

Os dois meses iniciais, foram realizados no projeto fibra, desenvolvendo atividades para o projeto e também executando trabalhos na usina - Paracatu (U-31), localizada em Água Fria no alto sertão da Bahia.

Este relatório está subdividido em 3 capítulos, nos quais o Capítulo I refere-se ao histórico da Indústria, o Capítulo II refere-se ao processo de fabricação da celulose. O Capítulo III refere-se a descrição de alguns equipamentos existentes na Indústria e algumas atividades desenvolvidas na Usina Paracatu (U-31) e no projeto fibra.

1 - HISTÓRICO DA EMPRESA

1.1 - Introdução

A crescente demanda de papel no mercado nacional e internacional, como consequência da expansão da comunicação, da embalagem e da necessidade cada vez maior de papéis para fins especiais, tomou a fabricação de celulose uma das indústrias básicas de nossa civilização.

A exaustão das florestas naturais, o crescente custo de implantação de florestas homogêneas e o aumento de exigências do mercado consumidor final tem estimulado a procura de novas fontes de matérias-primas para a fabricação de celulose, produzida no Brasil, principalmente a partir de madeiras, como eucalipto e pinho.

1.2 - A Empresa

A Companhia de Celulose da Bahia, constituída em 1970, é uma Empresa agroindustrial de capital 100% nacional. Empreendimento pioneiro no processo contínuo, em grande escala, de fabricação de celulose de fibras de sisal, possui complexo e sofisticado maquinário e sua capacidade de produção no gênero de fibras não não-madeira, é maior do que qualquer outra unidade até hoje instalada.

Sua implantação foi iniciada em 1975 e completada em fins de 1980, quando foram realizados seus primeiros testes de operação.

A Companhia de Celulose da Bahia tem como objetivo a fabricação e comercialização de celulose e de produtos e subprodutos derivados dele, ou das matérias-primas utilizadas em sua fabricação.

Para atender às necessidades de matéria-prima da fábrica, desenvolve plantios de sisal em 33.600 hectares de terras próprias localizadas da região semi-árida da Bahia, em dois núcleos principais: Fazenda Maria Preta (Município de Santa Luz) e Fazenda Paracatu (Município de Água Fria), distantes 280 km e 160 km da fábrica de celulose, respectivamente.

Estas áreas estão localizadas próximos às redes ro
doviária e ferroviária.

O processo pré-industrial de retirada de fibra da fo
lha do sisal efetua-se em usinas localizadas em pontos estra
tégicos junto às plantações, complementado por equipamento mô
vel com possibilidade de desfibrar as folhas em qualquer.

A tecnologia do desfibramento e os equipamentos uti
lizados no processo foram desenvolvidos inteiramente no Bra
sil, a partir de pós-efetuadas na CCB.

A fábrica, com capacidade nominal instalada de 200
toneladas por dia de celulose branqueada a 90-92 GE, ocupa uma
área de 450.000m² localizada no complexo petroquímico de cama
garí - COPEC, a 60 km de Salvador.

Apoia-se em completa infra-estrutura, destacando-se
rodovias, ferrovias, energia elétrica, telex, telefone e cen
tral de tratamento de efluentes.

A água, insumo de grande importância na produção de
celulose, é fornecida por poços artesianos próprios, com uma
capacidade global de vazão de 1050 m³/hora.

1.2.1 - Viveiros

O viveiro é instalado em pleno sol, onde as plantas
são preparadas partindo-se dos rebentos ou bulbinhos e planta
das em canteiros. Alí permanecem por um período de pouco mais
de um ano, quando então são levadas para o campo, em plântio de
finitivo.

Os cuidados nos viveiros são as capinas, a cobertu
ra morta e, quando viável, a irrigação, se necessária. A CCB;
no momento, vem utilizando o enviveiramento na multiplicação
das plantas híbridas.

1.2.2 - Produtividade

Considerando uma densidade mínima de 7.500 plantas
por hectares e com cuidados especiais no preparo do solo, na
seleção de mudas e nos tratos culturais, a Empresa tem como
meta alcançar rendimento próximo de 4 toneladas de fibras por

hectare, para o agave sisalana, nos solos mais férteis.

Em 1980, após pesquisas em laboratório das características da celulose obtida de espécies híbridas de sisal, as quais não apresentaram diferenças significativas em relação à celulose produzida pelo agave sisalana, nos solos mais férteis.

Em 1980, após pesquisas em laboratórios das características da celulose obtida de espécies híbridas de sisal, as quais não apresentam diferenças significativas em relação à celulose produzida pelo agave sisalana e face ao rendimento, em termos de celulose/ha de plantio, bastante superior - seguramente mais do dobro - a Companhia procurou formas de acelerar a multiplicação de plantas da espécie híbrida a partir das matrizes adultas de que dispunha.

Através de procedimentos especiais de trato dos viveiros e das plantas matrizes, conjugados com estímulo específico à emissão de rebentões, a Empresa está desenvolvendo um programa objetivando produzir, em três anos, 16 milhões de mudas. Ao término da execução desse programa, a CCB terá um potencial de produtos de mudas de sisal híbridos superior às suas necessidades de plantios da espécie, tendo então total flexibilidade na opção entre plantas da espécie sisalana ou híbrida. Assim, dentro de 4 anos, já será possível a seleção de plantas dentro da espécie híbrida num trabalho de melhoria contínua dos rendimentos, e o fornecimento de mudas, nas atividades de fornecimento aos plantios por terceiros, com adequada composição da totalidade de seus plantios com sisalana e híbridos - almeja-se um rendimento próximo de 5t/ha/ano, o que permitirá alimentar a fábrica de 200t/dia com 25.000 ha de sisal em produção.

1.2.3 - Tratos Culturais e Fitossanitários

O solo exige muito cálcio e um tratamento constante incluindo o controle de acidez (pH) e da erosão.

A adubação orgânica é efetuada com o aproveitamento dos resíduos de mucilagem do desfibramento.

Para a fixação do nitrogênio no solo, estão sendo e

fetueadas plantações experimentais com o consorciamento de outras plantas leguminosas.

Para melhor beneficiamento do sisal, nos espaçamentos maiores entre fileiras deverá ser passada a grade para fratura da crosta do solo e incorporação superficial de matéria orgânica.

1.2.4 - Culturas Intercalares

Procurando minimizar os custos da implantação da cultura de sisal, que somente a partir do 3º ano começa a ser colhido, durante o período de formação da cultura poderão ser efetuadas culturas temporárias nas ruas de 4,00 m, o que vem a favorecer também o combate à erosão. Em ruas alternadas poderão ser cogitadas, mesmo, plantas com ciclos mais longos.

Entre diversas culturas, a que se tem melhor adaptação à região na caatinga e vizinhanças é a cultura da mamona. Na área dos cerrados, com maior pluviosidade, as possibilidades são mais amplas, tendo sido obtidos bons resultados com várias outras culturas: mandioca, feijão, amendoim etc.

1.2.5 - As Plantações da CCB

A área plantada atual é de cerca de 16.000 hectares.

Considerando-se que o sisal produz a partir do 3º ano do plantio, prevê-se uma implantação de sisalais de forma a atingir 21.500 hectares produtivos em 1985, até um total de 25.000 hectares, em 1987. Nessa ocasião, a produção própria atenderá à totalidade das necessidades da fábrica.

1.3 - O Sisal

O sisal, agave sisalana perrine, é originário do México é uma planta semixerófila, requerendo clima quente e grande luminosidade. Sua grande resistência a estiagens prolongadas a transformou na melhor opção de plantio para as regiões semi-áridas do Nordeste. Embora prefira os solos e silícios - argilosos, profundos e férteis com ph variando de 4¹² a 7, suporta solos pobres inclusive os que são economicamente inviáveis

veis para outras culturas.

Após cerca de 3 a 4 anos o plantio, tem início o ciclo produtivo do sisal. A colheita é feita uma ou duas vezes por ano dependendo do regime de chuva. No corte das folhas e eliminação dos espinhos, são empregadas facas especiais.

O sisal é uma planta mocárpica, morrendo ao florescer, e seu ciclo de vida varia de 8 a 12 anos quando a planta terá produzido cerca de 220 folhas pesando em média 500g cada.

O sisal no Brasil mostra-se praticamente livre de ação de pragas e moléstias, o que constitui uma vantagem em relação aos países africanos. Os maiores prejuízos têm sido causados por moléstias não parasitárias, como as oriundas do desequilíbrio de nutrição. É o caso, por exemplo, da necrose da base da faolha, provocada pela deficiência de potássio no solo.

O Brasil foi importador de fibras de sisal até 1942, quando as dificuldades de transportes, originadas pela 2ª. Guerra Mundial, estimularam o desenvolvimento de plantios no país, onde já havia sido introduzido desde 1903.

A partir de 1946, o Brasil passou a exportar e, hoje, é o maior produtor e exportador mundial.

A maior utilização da fibra extraída da folha de sisal é a fabricação de cordas. A fibra, classificada como dura, possui alto teor de celulose (cerca de 72%). Ao exame microscópico apresenta-se como uma conglomeração de fibrilas celulósicas de 1 a 4 mm de comprimento e 23 a 25 micra de espessura.

1.4 - O Sisal da CCB

1.4.1 - Preparo do Solo e Plantio

O plantio da CCB tem enfoque diferente do usual. O plantio tradicional visa a obtenção de fibras com o maior comprimento possível, sem impurezas (mucilagem), que deverão ser principalmente utilizadas pela Indústria de cordoaria. O objetivo da CCB é obter fibra picuda, sem a mesma preocupação com o resíduo de mucilagem. Disso resulta haver, em relação às fibras de menor comprimento, interesse econômico igual ao que e

xiste em redução às outras. Portanto, o que importa é a obtenção da maior quantidade de fibras por hectare.

O plantio do sisal, no Nordeste, é quase todo feito no sistema de fileiras simples. A CCB utilizou, inicialmente, o sistema de fileiras duplas, praticado na África, com espaçamento de 1,00 m x 0,80 m, com ruas de 4,00 m de largura proporcionando um plantio de 5.000 pés por hectare, permitindo o trato cultural mecanizado. Mais recente, o plantio, na ordem mínima de 7.500 por hectare, passou a ser executado pela Empresa, uma vez que a experiência adquirida indicou ser esse o melhor caminho para aumentar o rendimento em termos de celulose por hectare plantado.

Um plantio uniforme e eficiente exige o preparo do solo através do desmatamento e gradagem pesada, atingindo o subsolo para expurgo das raízes da vegetação arbústica.

1.4.2 - Cultivo e Colheita

A CCB tem procurado obter o melhor rendimento de seus plantios pela utilização de técnicas modernas. Ao mesmo tempo em que são feitas capinas, procede-se ao arrancamento dos rebentos que a princípio vivem às expensas das plantas - mãe, atrasando-lhes o desenvolvimento foliar. Estes rebentos são posteriormente utilizados em novos plantios, mediante seleção.

A colheita é feita pelo sistema.

1.5 - Administração

A CCB é administrada por um Conselho de Administração e uma Diretoria, sendo a seguinte a sua composição:

Conselho de Administração:

- Alberto dos Santos Abade - Presidente
- Newton de Castilho - Vice-Presidente
- Ariano Lins Freire
- Jorge Marques Leandro
- Jorge de Freitas Mascarenhas
- José Mário Tavares de Olinda

- Luiz Augusto Sacchi
- Manoel Figueiredo de Castro
- Paulo Roberto Gaspar Domingues

Diretoria:

- Alberto dos Santos Abade - Presidente
- Luiz Gama Robinson
- Ney Monteiro da Silva

1.6 - Capital Social

- Capital Integralizado:
Cr\$ 2.385.023.267,00
- Ações Ordinárias:
Cr\$ 693.191.965,00
- Ações Preferenciais:
Cr\$ 1.691.831.302,00

Composição do Capital Volante

- Céluba Participações Ltda:
. 52%
- FIBASE/BNDE:
. 34%
- Outros:
. 14%

Composição do Capital Preferencial

- FIBASE/FNDE:
. 74%
- FINOR/SUDENE:
. 26%

1.7 - Investimento

O investimento total, inclusive pesquisa e desenvolvimento e despesas pré-operacionais é da ordem de US\$150.000.000,00 (cento e cinquenta milhões de dólares) sendo cerca de 75% correspondentes à área industrial e 25% correspondentes à área agrícola.

1.8 - Mão-de-Obra

A área agrícola propiciará, quando em pleno funcionamento da fábrica, emprego para mais de 5.000 pessoas sendo que, no momento, ocupa cerca de 3.500 pessoas.

A mão-de-obra empregada na Indústria, cerca de 600 funcionários é predominantemente local, sendo que, no momento, ocupa cerca de 3.500 pessoas.

A mão-de-obra empregada na Indústria, cerca de funcionários, é predominantemente local, sendo extremamente especializada nos diferentes misteres.

A Empresa oferece a seus funcionários amplos benefícios de transporte, alimentação e assistência médica.

1.9 - Benefícios - econômicos e sociais do empreendimento

Possibilitar a substituição da celulose de fibra longa, da qual a Nação é carente e depende em parte de importações.

Oferecer condições para que o Brasil venha a se tornar exportador de celulosas especiais.

Criar mecanismos regulador do consumo de sisal, livrando-o da grande dependência do mercado externo.

Desenvolver a utilização de uma fonte de suprimento de matéria-prima, em grande escala, para a fabricação de celulose, em terras sem uso alternativo.

Gerar oportunidades de trabalho intensivo e permanente na área agrícola, localizada em uma das regiões mais pobres e áridas, permitindo a fixação do homem do campo da terra, re

duzindo assim o êxodo para para os centros urbanos, no nível de 200t/dia. O eventual excedente da capacidade instalada poderá ser atendido por compra a terceiros, em forma de folhas, fibras e resíduos de beneficiamento.

O transporte da fibra de sisal da área agrícola para a Industrial é fetuada por via rodoviária, sendo o sisal transportado em fardos que deverão atingir peso da ordem de 50Kg. Em final de 1982 deverá estar concluído o terminal ferroviário da fábrica em Camaçari.

O transporte então passará a ser efetuado por caminhões até as estações ferroviárias localizadas próximo às fazendas e, de lá, até a área industrial, por via férrea, o que representará uma considerável economia em custos de transporte.

Recentemente, a Empresa adquiriu área para novos plantios, cortada por estrada de ferro, favorecendo ao transporte porta-a-porta por ferrovia.

1.10 - Desfibramento

A obtenção da fibra do sisal é feita tradicionalmente utilizando-se máquinas que consistem na raspagem da folha, obtendo-se fibras longas (em torno de 70 a 90 cm), que são utilizadas na fabricação de fios e cordas. Essas máquinas produzem em torno de 150 a 200 Kg de fibra, secada/dia, utilizando-se uma média de cinco operários para cada máquina.

Como a CCB necessitaria utilizar cerca de 400 toneladas de fibras secas/dia, era indispensável a busca de novas soluções, pois o baixo rendimento das máquinas usuais de desfibramento e o elevado custo de produção da fibra longa e limpa de impurezas (dispensável no caso de produção de celulose) tornariam impraticável o uso deste sistema.

Os acionistas que conceberam o projeto começaram a desenvolver nova tecnologia visando especialmente à produção de matéria-prima para celulose.

A Companhia de Celulose da Bahia instalou usinas piloto onde experimentou vários processos de picagem e desfibra-

mento, até fixar-se nos mais adequados que compõem um conjunto integrado, capaz de abastecer a fábrica economicamente.

No processo básico, que deverá produzir parcela substancial de fibra, a folha de sisal, depois de cortada, é transportada para uma usina de desfibramento, onde as folhas são picadas nas dimensões exigidas pelo digestor - 5 a 10 cm - para então serem desfibradas em moinhos a martelo.

A fibra obtida, contendo cerca de 20% de mucilagem, é secada, enfardada e remetida para a fábrica.

As usinas piloto, onde foram testados, aperfeiçoados - e aprovados os sistemas de picagem e desfibramento, estão sendo agora substituídas por unidades de maior porte que aumentarão a capacidade de produção, reduzindo os custos. A primeira destas novas unidades deverá entrar em operação no segundo semestre de 1981.

1.11 - Processo de fabricação de celulose branqueada de sisal

A CCB utiliza o processo à soda, que consiste no cozimento da fibra de sisal em solução de soda cáustica.

Esse processo permite não só a recuperação integral dos produtos químicos como a ausência de elementos poluentes.

A fibra de sisal, impregnada inicialmente com solução de soda cáustica, é submetida ao cozimento no sistema de digestor contínuo (KAMYR). A pasta de celulose resultante passa para um sistema de lavagem (DORR-OLIVER DO BRASIL). Os produtos químicos resultantes desse processo são recuperados integralmente e processados.

Após a lavagem inicia-se o processo de branqueamento (DORR-OLIVER) com dióxido de cloro composto de cinco estágios (C_DE DED) onde se obtém uma albura de 90° a 92° GE. A celulose branqueada sofre um processo de depuração (CELLECO) antes da secagem contínua através de máquinas a cilindros (CIA FEDERAL DE FUNDIÇÃO), sendo em seguida cortada em folhas, prensada, enfardada e estocada.

A CCB instalou em suas dependências um moderno processo para obtenção de dióxido de cloro a partir do clorato de

sódio, um conjunto de utilidades com evaporadores (CONFAB), caldeira de recuperação (GOTAVERKEN), caldeira de força (CIA. BRASILEIRA DE CALDEIRAS), precipitador eletrostático (SVENSKA FLAKTFABRIKEN - fabricada no Brasil), forno de cal (F. L. SMIDTH) e uma Central térmica (STAL-LAVAL) capaz de gerar uma potência de 1.0000 KVA alimentando uma rede de distribuição de 13,8 KV.

A água é obtida por um sistema de captação de poços artesianos - completando assim a quase total auto-suficiência da fábrica.

Cerca de 75% do equipamento foram fabricados no Brasil.

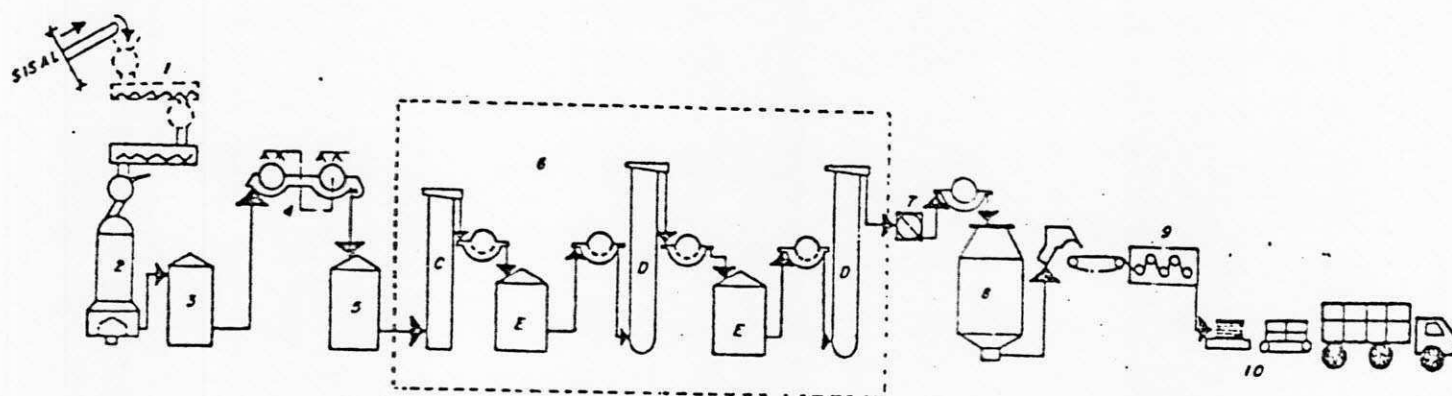
O tratamento dos efluentes líquidos é efetuado pela (CETREL), em forma cooperativa com todas as empresas do polo petroquímico.

O projeto de engenharia básica foi elaborado pela JAAKKO POYRY Engenharia, Brasil.

A engenharia de detalhe, construção e montagem foi de A. Araújo Engenharia e Montagens Brasil.

Projeto e a área disponível fornecem todas as facilidades para futuras expansões.

1.12 - Fluxograma Simplificado de Fabricação



- | | |
|---------------------------|-------------------------------|
| 1 - ALIMENTADORES | 6 - BRANQUEAMENTO C_0 EDED |
| 2 - DIGESTOR CONTÍNUO | 7 - DEPURACÃO |
| 3 - TANQUE DE DESCARGA | 8 - TORRE DE MASSA BRANQUEADA |
| 4 - FILTROS LAVADORES | 9 - SECAGEM |
| 5 - TORRE DE MASSA ESCURA | 10 - EMBALAGEM E ESTOCAGEM |

1.13 - Mercado

1.13.1 - Características da celulose de sisal

A celulose obtida do sisal possui um surpreendente número de qualidades:

1. Altíssima resistência ao rasso;
2. Média resistência tensorial;
3. Altíssima porosidade;
4. Baixa densidade específica.

1.13.2 - Aplicação da celulose de sisal

A celulose de sisal é conhecida no Brasil e no exterior, notadamente por Empresas integradas que a produzem para consumo próprio, em processo descontínuo, não existindo comercialização deste produto no mercado.

Os altos custos do processo tradicional de obtenção da fibra do sisal sempre refrearam a sua demanda. Suas aplicações sempre foram limitadas e utilizadas na fabricação de papéis de segurança, papéis de cigarro, papéis de embalagem de alta resistência e na de alguns tipos de papéis especiais.

A tecnologia introduzida pela CCB na produção agrícola e o uso de um digestor contínuo na unidade Industrial - permitiram a implantação do projeto a um nível de produção de alta escala - considerando-se o mercado de celulose de fibras não-madeira - criando uma nova perspectiva para utilização da celulose do sisal.

Estudos desenvolvidos no Finnish Pulp and Paper Research Institute, baseados em testes de laboratórios e em máquinas piloto, demonstravam a aplicabilidade de celulose de sisal, com ótimos resultados, na fabricação dos seguintes papéis.

Papéis de Impressão

Notadamente os papéis finos tipo seda (Bíblia etc) on

de resistência e alto grau de capacidade são requeridos.

Papéis moedas e de segurança

Papéis estes que requerem grande resistência ao rasgo e a dobras.

Papéis para cabos telefônicos

Devido à sua resistência à tração e porosidade.

Papéis de embalagem

Devido à grande resistência à tração e a boa elasticidade.

Papéis para filtro

Sua boa porosidade o torna recomendável para todos os tipos de filtragem, inclusive para filtros de café.

Papéis de cigarros

Pela porosidade, resistência à tração e outras características especiais da celulose de sisal.

Papéis para empregação

Devido sua alta porosidade.

Outros papéis

Estêncil, sacos de chá, absorventes higiênicos e outros onde a grande resistência úmida e absorção são desejadas.

Outras aplicações da celulose

A celulose de sisal possui entre outras aplicações o emprego em composição com outros tipos de celulose para melho

rar as características do papel a ser produzido, substituindo a fibra longa com vantagem.

1.13.3 - Vendas

Com uma capacidade nominal instalada de 200 toneladas/dia de celulose branqueada de sisal a 90°-92° Ø GE, a Companhia de Celulose da Bahia produzirá 66.600 toneladas de celulose de sisal por ano, em 333 dias de produção, ao atingir plena capacidade.

Suas vendas para o mercado nacional são efetuadas diretamente através de sua estrutura comercial localizada junto à fábrica, em Camaçari.

1.13.4 - Assistência Técnica

A Companhia de Celulose da Bahia possui uma estrutura para dar completa assistência técnica na utilização da celulose de sisal, contando com elementos qualificados e com larga experiência nesta matéria-prima para fabricação de papéis.

1.14 - Papel e Subproduto

A Companhia, a médio prazo, deverá examinar com as entidades de fomento regional e nacional a instalação de uma unidade de papel integrada à sua fábrica em Camaçari.

As características especiais do complexo agroindustrial para fabricação de celulose indicam a possibilidade de implantação futura de uma série de novos projetos para a utilização de subprodutos do processamento do sisal. Assim, neste e nos próximos exercícios, a empresa deverá engajar-se direta ou indiretamente em trabalhos de pesquisa e desenvolvimento. Visando à utilização dos resíduos líquidos e sólidos do desfibramento, nos campos de: adaptação, alimentação animal, energia e produtos farmacêuticos.

2 - PROCESSO DE FABRICAÇÃO DA CELULOSE

2.0 - Celulose

A celulose é um carboidrato abundante na natureza, constitui cerca de 1/3 de toda a matéria vegetal existente.

Suas moléculas alongadas agrupam-se em fibras e são componentes básicos das paredes das células dos vegetais superiores. É responsável pela consistência e tenacidade na madeira, bem como pela resistência e tração das fibras vegetais.

A celulose é um polímero da glicose constituindo uma longa cadeia de moléculas de glicose unidas por ligações moleculares.

Ao construir as paredes celulares, a celulose forma um sistema contínuo com espaços intercalados por poros. Nos espaços depositam-se constituintes amorfos sendo os mais importantes as hemiceluloses e a lignina e que apresentam problemas na purificação da celulose por não ser facilmente solúveis.

Atualmente existem processos industriais de purificação da celulose, dando origem estas as chamadas pastas químicas.

Sob o ponto de vista específico de qualidade do produto obtido, osisal proficia a elaboração de pastas celulósicas que por suas características físico-mecânicas gozam de características específicas.

Como celulose de fibra longa de alta resistência ao rasgo, ao estouro, de média resistência a auto-ruptura e altíssima capacidade de drenagem, o sisal permite a fabricação de um tipo de celulose de que o Brasil apresenta forte dependência, visto que a celulose de eucalipto da qual já somos grandes produtores, possuem fibra curta, não apropriada a fabricação de certos tipos de papél.

A pequena produção de celulose de fibra longa entre nós, é obtida a partir da Arancuria Augustiplia (hoje quase em extinção) observando-se que as variedades exóticas introduzidas para o mesmo fim, pinus caribaen, pinus taeda e outras exigem um período de 12 a 15 anos para seu corte. Utilizar portanto, a fibra de sisal como matéria-prima de uso permanente,

é somente um problema de definir uma equação favorável no seu custo de produção e industrialização nas áreas agrícolas.

2.1 - Descrição do Processo Industrial

A CCB, usa como matéria-prima o sisal para obter a celulose com o processo à soda caústica.

2.2 - Manuseio de Sisal

O sisal produzido nas áreas agrícolas são estocados neste local em forma de fardos.

O transporte das fazendas até a fábrica é efetuado em caminhões. Cada caminhão, após ser pesado em uma balança instalada na entrada da fábrica, é dirigido para a área de estocagem e manuseio de sisal.

A descarga de caminhões é feita manualmente. Uma parte dos fardos é estocado em pilhas e a outra parte será destinado a produção, estes são colocados sobre as esteiras transportadoras de velocidades variável que levam os fardos até o tambor abridor de fardos, antes de entrarem nas correias alimentadoras são retiradas as cordas que amarram os mesmos. No abridor de fardos, que consiste em um tambor rotativo, os fardos de sisal são desmanchados.

As fibras de sisal soltas, são transportadas do abridor de fardos até os pré-impregnadores por meio de correias transportadoras.

2.3 - Cozimento

As fibras soltas de sisal são tratadas com solução de soda quente dentro dos dois pré-impregnadores. A pressão existente é a pressão atmosférica e a temperatura de 90°C, após esta operação é descarregado o sisal embebido em solução de soda e levado até o impregnador de baixa pressão, por meio de um elevador.

Do impregnador o sisal passa para o alimentador de baixa pressão e depois vai para o pré-aquecimento, efetuando no impregnador de alta pressão, onde é adicionado vapor de

1,5 Kg/cm²

Do impregnador de alta pressão, o sisal e o licor preto passam para o alimentador de alta pressão e entram no digestor contínuo, onde a pressão é de ± 7 Kg/cm² e a temperatura de 165°C a 170°C.

No digestor o material fibroso é delignificado, isto é, a lignina que é a substância cimentante das fibras é desenvolvida. O tempo de retenção pode variar de 60 a 90 minutos, conforme o tipo de celulose desejado.

Após o cozimento a celulose, passa através da zona de lavagem, onde é adicionado licor preto de lavagem.

O licor preto que lava a celulose, é depois extraído das peneiras centrais do digestor, indo uma parte para o processo e a outra para a evaporação. A celulose é descarregada pelo fardo do digestor, após passar pela zona de resfriamento. Este resfriamento é obtido por meio do licor que sai do 1º filtro a vácuo rotativo do setor de lavagem de massa escura. Do digestor a massa para o tanque de descarga (BLOW TANK).

2.4 - Lavagem

Do tanque de descarga, a massa é bombeada para o setor de lavagem de massa escura.

A massa aqui lavada por meio de filtros rotativos, Dorr-Oliver, com o princípio de contra corrente, isto é, a água de lavagem é colocada acima do 2º filtro lavador, o licor que sai através da manta de celulose é bombeado para o 1º filtro lavador e o licor que sai deste filtro é bombeado para a zona de resfriamento do digestor.

Estes dois filtros funcionam com vácuo obtido pela perna vácuo métrica:

Do 2º filtro lavador, a massa vai para a torre de alta consistência.

2.5 - Branqueamento

A celulose assim obtida seria muito escura para al

guns tipos de papéis, portanto, é necessário que ela seja submetida ao processo de branqueamento.

O processo de branqueamento usado na CCB é o de 5 estágios DC-EDE.

OBS: DC = dióxido de cloro
E = extração alcalina (soda)

Os produtos químicos usados no branqueamento são:

- Ácido sulfúrico;
- Cloro;
- Dióxido de cloro
- Ácido sulfuroso (solução aquosa de SO_2)

O cloro em forma líquida é estocado em 2 tanques com capacidade de 30 toneladas cada, aprovados sobre balanças. A pressão de trabalho destes tanques é de 5,5 a 7,0 Kg/cm^2 .

O cloro em forma líquida é gasificado por meio de um gaseificador ou evaporador de cloro, pois é na forma gasosa que o cloro é usado no branqueamento: a gasificação é obtida por meio de aquecimento.

2.6 - Soda Cáustica

A soda chega na forma líquida concentrada a 50% e é usada no cozimento como também no branqueamento, esta é armazenada em um tanque de onde sai para o processo.

2.7 - Dióxido de Cloro

É produzido na fábrica a partir do clorato de sódio, conforme, equação abaixo.



A preparação do dióxido de cloro em solução, é feita em reatores com processo semi-automático. Os reatores operam sob vácuo para evitar o vazamento.

(Vácuo 50 mm de coluna de água)

2.8 - Processo de Branqueamento

O branqueamento da celulose é feito da seguinte maneira:

2.8.1 - Cloração DC:

A massa, após acidificada em ácido sulfúrico, é tratada com dióxido de cloro em solução e água clorada. Possui uma ação oxidante sobre a lignina.

2.8.2 - Extração Alcalina (E)

A massa clorada, depois de lavada no filtro rotativo lavador é tratada com uma solução de soda cáustica e vapor para retirar em solução as cloro-ligninas formadas.

2.8.3 - Dióxido de Cloro I (DI)

Depois de lavada, a massa que sai da extração alcalina é tratada com uma solução de dióxido de cloro o vapor para oxidar ulteriormente os resíduos de lignina e branquear assim a celulose.

2.8.4 - Extração Alcalina II (E_{II})

Depois de levada a massa que sai do tratamento com dióxido de cloro é tratada novamente com solução 1C cáustica e vapor.

2.8.5 - Dióxido de Cloro (D_{II})

Aqui a massa é novamente trabalhada com solução de dióxido de cloro.

2.8.6 - Tratamento com SO₂

Este tem como função eliminar os traços de cloro eventualmente presentes na celulose.

2.9 - Depuração

A massa branqueada deve ser liberada das partículas que não forem delignificadas no processo de cozimento e das impurezas.

No caso da CCB, como o material fibroso é o sisal que da pouco rejeito, após o cozimento, a depuração por isto foi instalada após o branqueamento.

Aqui a celulose é submetida a dois tipos de depuradores e selectifire (peneira) hidrociclones.

A massa depurada passa por um filtro rotativo em grossador, indo para uma torre de estocagem de alta consistência.

2.10 - Secagem e Enfardamento

Esta é a última operação da linha de preparação da celulose. Da torre de estocagem de alta consistência, a celulose é novamente diluída e por meio de uma bomba vai para uma caixa de alimentação da máquina de secagem.

A celulose em suspensão sai da caixa da máquina e forma um lençol em cima da tela desaguadora, para através de uma série de rolos que extraem o líquido contido no lençol de celulose, saindo no último rolo com uma consistência aproximada de 40 a 42%, para logo após entrar no sistema de secagem.

Este é constituído de 62 rolos, secadores, aquecidos por vapor com pressão de $2,5 \text{ Kg/cm}^2$. A folha de celulose na saída do último cilindro secador possui uma consistência de aproximadamente 90% e 10% de umidade.

O lençol é cortado longitudinalmente e transversalmente para formar folhas e depois prensadas, empacotadas e amarradas em fardos.

2.11 - Evaporação

Aqui o licor preto é evaporado utilizando-se vapor de $2,5 \text{ Kg/cm}^2$, operação efetuada nos evaporadores, nos quais o

licor entra com 12 a 13% de sólidos totais e sai com 63% de sólidos.

Este licor preto concentrado ou forte é bombeado para a caldeira de recuperação.

2.12 - Caldeira de Recuperação

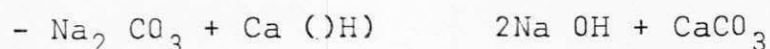
O licor preto é injetado dentro da fornalha da caldeira de recuperação através de bicos oscilantes e depois submetidos a queima.

Aqui o licor preto composto de lignia (carbono, hidrogênio e oxigênio) e soda cáustica é queimada. A soda cáustica contida no licor, durante o processo de queima é transformado em carboneto de sódio (Na_2CO_3).

Este sai da fornalha em forma de cintas fundida e vai para um tanque dissolver, onde o líquido forma o chamado licor verde. As substâncias orgânicas queimadas produzem o vapor necessário à fábrica. Os gases da combustão antes de passarem à chaminé, entram nos precipitadores eletrostáticos, onde são retiradas as partículas de carbonato de sódio.

2.13 - Caustificação

Aqui o licor verde é lavado com leite de cal, obtendo-se:



o licor branco, isto é, o produto obtido no setor da caustificação é usado novamente no cozimento do sisal.

Depois de decantado o licor branco, adicionado de soda cáustica é bombeado para os tanques de estocagem.

O carbonato de cálcio é enviado para o filtro rotativo a fim de retirar a soda cáustica eventualmente presente, logo a seguir é enviado para o forno de cal.

2.14 - Forno de Cal

O carbonato de cálcio obtido da caustificação, entra no forno de cal, que é do tipo usado na indústria de cimento, e aqui o carbonato de cálcio por meio de combustão (queima de óleo) divide-se em dióxido de cálcio.



Este dióxido de cálcio dissolvido em água produz o leite de cal usado na caustificação para tratar o licor verde.

3 - DESCRIÇÃO DOS EQUIPAMENTOS E ATIVIDADES

3.1 - Bombas

3.1.1 - Introdução

Os líquidos são deslocados através das tubulações ou equipamentos pelas bombas. Esses equipamentos aumentam a velocidade, a pressão ou a energia potencial (cota) do fluido.

Os métodos mais comuns de aumentar a energia do fluido são os que empregam equipamentos de deslocamento positivo e os de ação centrífuga. Nos sistemas de deslocamento positivo uma porção de fluido é presa numa câmara, e pela ação de um pistão ou peças rotativas, ele é impulsionada para fora. Desse modo, a energia do elemento rotativo ou pistão é transferida para o fluido. Os sistemas de pistão e câmara recebem o nome de sistemas recíprocos ou alternativos e os de elemento rotativo, chamam-se sistemas rotativos de deslocamento positivo.

Nos equipamentos que usam a ação centrífuga, estudaremos as bombas centrífugas. Constam essencialmente de uma carga dentro da qual gira um rotor provido de pás.

O fluido recebe energia de pá, adquirindo grande velocidade e ao sair da pá, a energia cinética é transformada em pressão.

O sucesso do bombeamento depende:

1. do conhecimento das condições de bombeamento e da faixa de variação dessa condição;
2. projeto de instalação;
3. escolha da bomba;
4. instalação correta;
5. partida cuidadosa;
6. operação correta;
7. manutenção preventiva e corretiva.

A seleção não cuidadosa de uma bomba pode criar um ponto de estrangulamento no processo ou provocar o mau funcionamento de uma instalação. As bombas são produzidas pelos fabri

cantes em dimensões e tipos padronizados. O trabalho do engnheiro é escolher a bomba apropriada. É muito útil a discussão entre o fabricante e o comprador.

Para poder discutir, porém, é necessário conhecer alguns pontos fundamentais que serão estudados a seguir.

3.1.2 - Classificação

Segundo o princípio de funcionamento, as bombas são classificadas em:

1. Bombas Alternativas;
2. Bombas Rotativas;
3. Bombas Centrífugas.

3.1.2.1 - Bombas Alternativas

1. Motor a vapor de ação direta: o fluido motor, isto é, o vapor que age num pistão que está ligado diretamente, através de uma haste à bomba.

2. Motor a vapor de ação indireta: entre o motor e a bomba, existe um girabrequim com volante.

3. Motor Elétrico: o motor elétrico aciona um girabrequim de onde saem os pistões da bomba.

3.1.2.1.1 - Quanto ao número de cilindros do lado líquido

Segundo este critério as bombas podem ser classificaadas em simples, duplex, etc, conforme o número de cilindros.

3.1.2.1.2 - Quanto a ação da bomba

Quando só uma face de pistão atua sobre o líquido a ser deslocado, a bomba é chamada de ação simples. Quando as duas faces atuam, são denominadas de dupla ação.

3.1.2.1.3 - Quanto ao arranjo dos cilindros

São classificadas em horizontais e verticais. Normalmente, quando o número de cilindros é maior que 3, usa-se cilindros verticais.

3.1.2.1.4 - Quanto ao tipo de pistão

Existem bombas alternativas de pistão propriamente ditas, onde os anéis de vedação ficam no pistão e as denominadas tipo "plunger" onde a vedação fica na carcaça, isto é, na parede do cilindro. As do tipo "plunser" são usadas para pressões mais altas; o pistão é mais longo para impedir o vazamento. Existe o tipo plunger com vedação terminal e com vedação no centro do curso do pistão alongado.

As bombas a pistão possuem na saída uma câmara com ar para amortecer as oscilações do escoamento.

As duplex tem vazão mais constante que as simplex, daí serem preferidas quando se deseja fluxo não pulsante em demasia. As bombas do tipo alternativas são usadas quando o fluido vaporiza ou pode eventualmente vaporizar nas condições do processo ou quando a pressão necessária é elevada. São de baixa rotação: a velocidade do pistão varia de 12 m/min até 40 m/min, dependendo do curso, que pode variar de 7,5cm até 60 cm, assim como da viscosidade do fluido.

O rendimento volumétrico (volume de fluido deslocado/volume deslocado pelo pistão) é praticamente constante e oscila de 90 a 100%. A pressão máxima de descarga da bomba a pistão é geralmente de 50 atm enquanto que as do tipo plunger podem ir até 1500 atm. O rendimento mecânico das bombas alternativas pequenas é de 50% e varia de 70 a 80% para as grandes bombas.

Um tipo de bomba alternativa importante é a chamada

bomba dosadora, largamente usada em processos químicos para inroduzir os reagentes em quantidades controladas e constantes.

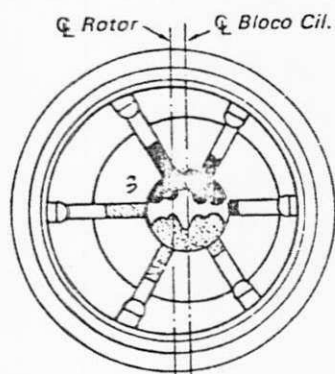
As bombas alternativas do tipo diafragma ou membrana permitem o revestimento da carcaça com vidro, cerâmica, plásti - co ou borracha. Servem também para deslocamento de lamas prove nientes de espessadores ou sedimentadores.

A potência necessária a fornecer ao fluido por uma bomba alternativa é calculada somente para elevar a pressão, des de a pressão de sucção até a pressão de descarga, uma vez que os efeitos cinéticos e potenciais (cota) são desprezíveis, isto é:

$$CV = \frac{(P_d - P_s) \cdot G}{d \cdot 75} \quad \text{Com } P_d \text{ e } P_s \text{ em Ksf/m}^2$$

$$G = \text{Kg/s}; \quad d \text{ em Ks/m}^3$$

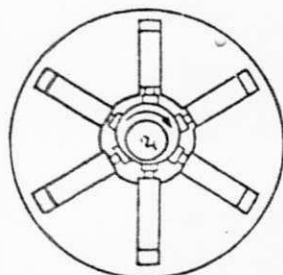
3.1.2.4.1 - Bombas de pistões radial



É do tipo positivo. Esta bomba consiste de uma carca ça cilíndrica, de bloco, de cilindros e do rotor, colocado excentricamente e provido de pistões e eixo contém passagens da entrada e saída. O bloco de cilindros e o rotor dos pistões giram. O deslocamento é controlado pela excentricidade.

Bi-direcional de deslocamento. A direção pode ser mudada movendo-se o bloco da esquerda para a direita e vice-versa.

Bomba rotativa de tipo de pistão radial com came rotativo.



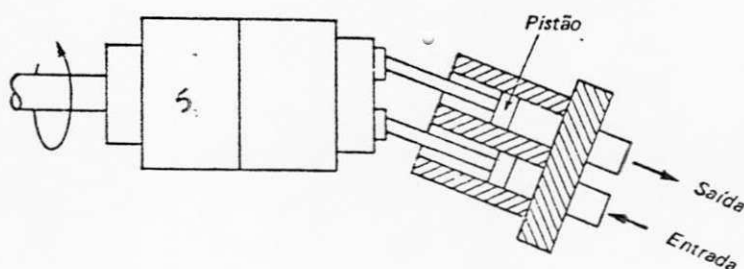
Neste caso, os pistões estão localizados na carcaça fixa a bomba. O eixo giratório possui o came que aciona os pistões. É de deslocamento positivo. O volume varia de acordo com a variação da altura do came.

3.1.2.1.4.2 - Bombas de pistões axiais

Estas bombas possui a seguinte formação:

1. Bomba rotativa de pistões axiais angulares;
2. Bomba rotativa de pistões axiais com placa fixa tipo SWASHPLATE.

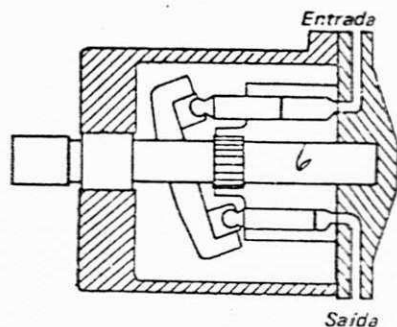
1 - Bombas rotativa de pistões axiais angulares



Esta bomba possui vários pistões dispostos na flange acionadora sob um ângulo com eixo do acionamento dentro do bloco de cilindros. Com o movimento giratório do eixo e do bloco, os pistões movem-se dentro dos cilindros recebendo e expulsando o fluido pela placa de válvulas (que fica parada). O volume bombeado depende do ângulo de inclinação.

- 1.1 - Sendo de ângulo fixo - a vazão da bomba depende da rotação;
- 1.2 - Sendo de ângulo variável - a vazão da bomba varia de acordo com a inclinação;
- 1.3 - Sendo de ângulo fixo, e fluxo variável - a vazão da bomba varia de acordo com o deslocamento da placa das válvulas.

2 - Bomba rotativa de pistões axiais com placas fixa tipo SWASH PLATE.

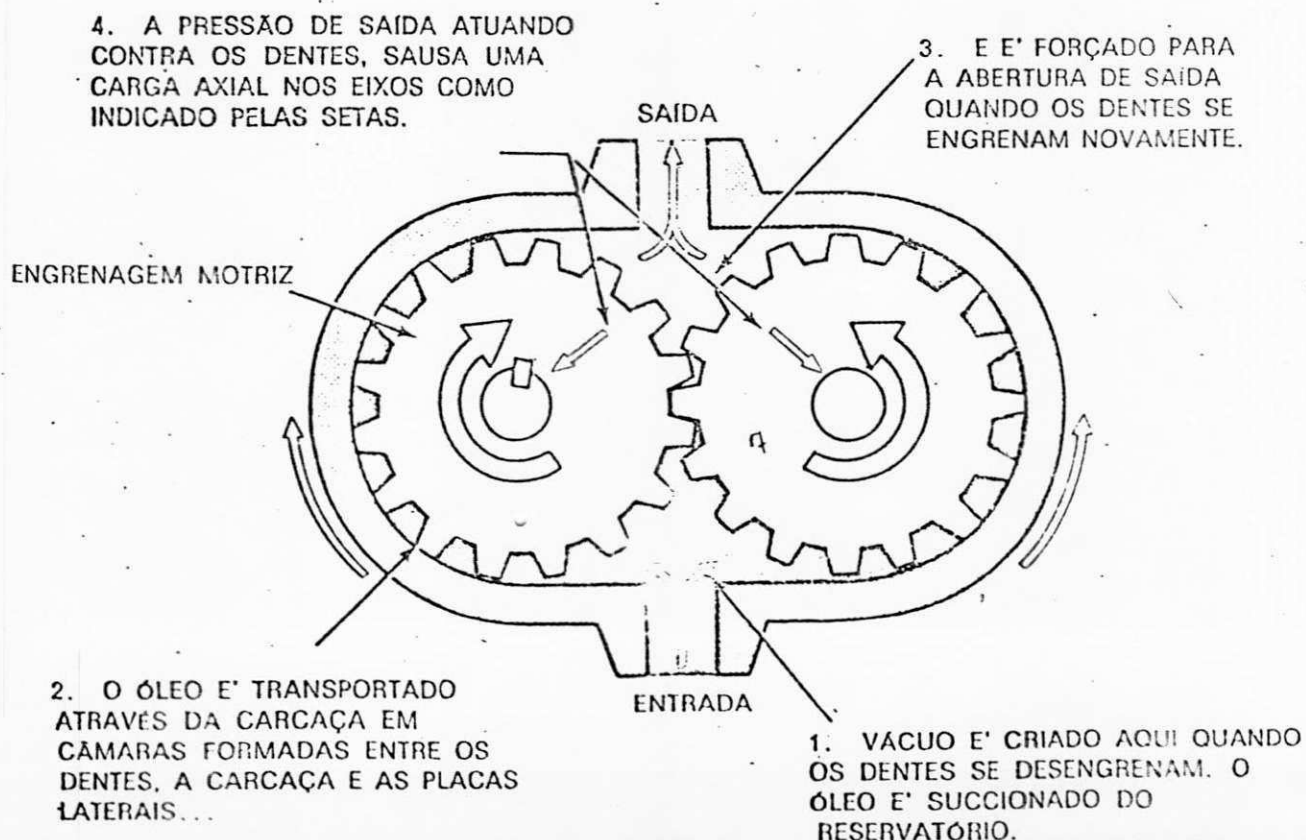


Como se pode notar no desenho acima, a bomba em questão foi construída conforme o princípio mencionado no ponto anterior, mas em vez de uma parte da carcaça, está aqui inclinada só a placa de guia dos pistões. O bloco de cilindro gira. A placa fica parada. O ângulo de inclinação da placa pode ser ajustável.

3.1.2.2 - Bombas de deslocamento positivo

Existem diversos tipos, sendo os mais comuns as do tipo engrenagens; lóbulo, de parafuso em fim e engrenagem interna. Nessas bombas, o ajuste entre o rotor e a carcaça é importante para evitar fugas internas. Funcionam bem para fluidos limpos viscosos (óleo combustíveis). Trabalham até 200 atm.

3.1.2.2.1 - Bombas de Engrenagem



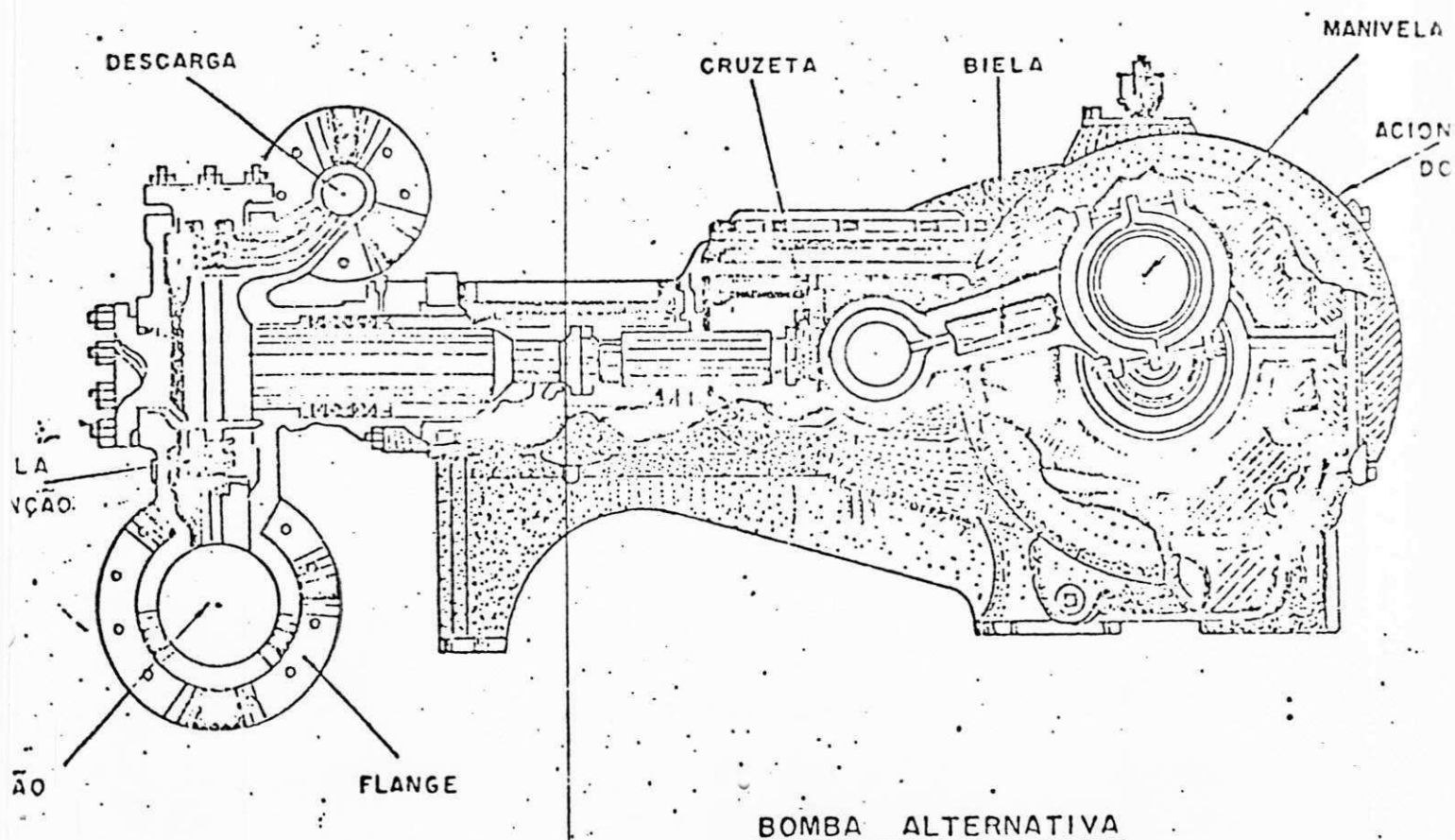
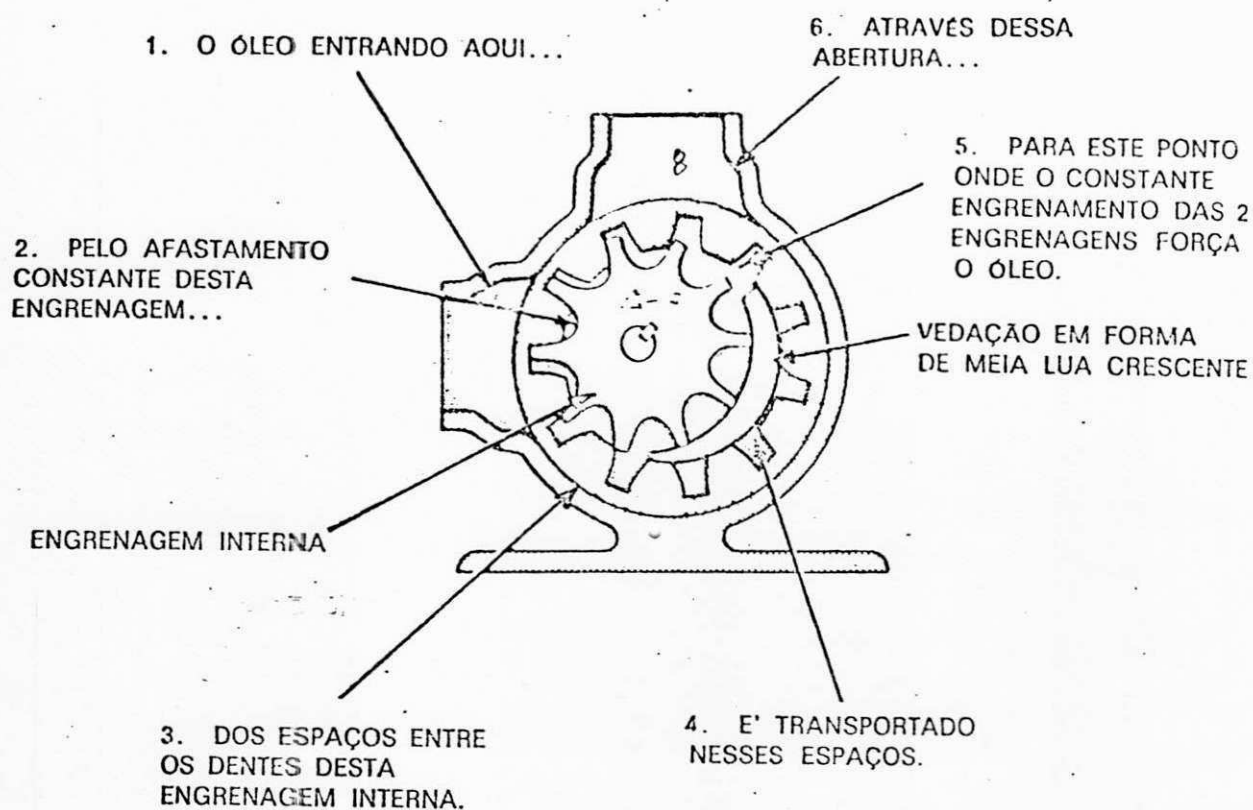


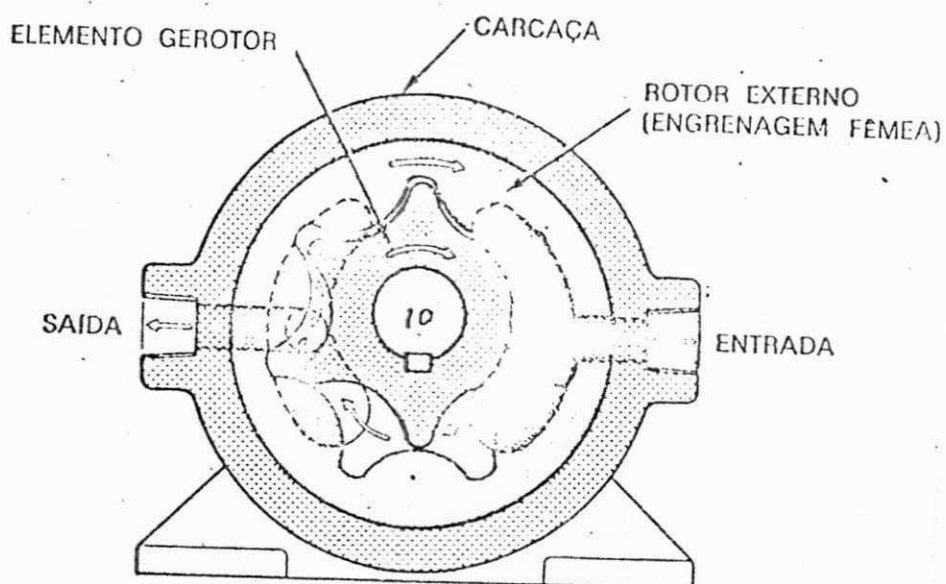
FIGURA - 2

Uma bomba de engrenagens desenvolve transportando o fluido entre os dentes de duas engrenagens acopladas. A bomba consiste de duas engrenagens, sendo uma motriz acionada pelo eixo a qual fira a outra, montadas numa carcaça com placas laterais (chamadas placas de desgastes ou de pressão). As engrenagens firam em sentidos opostos criando um vácuo parcial na câmara da entrada da bomba. O fluido é introduzido nos vãos dos dentes e é transportado junto a carcaça até a câmara de saída. Ao se engrenarem novamente, os dentes forçam o fluido para a abertura de saída.

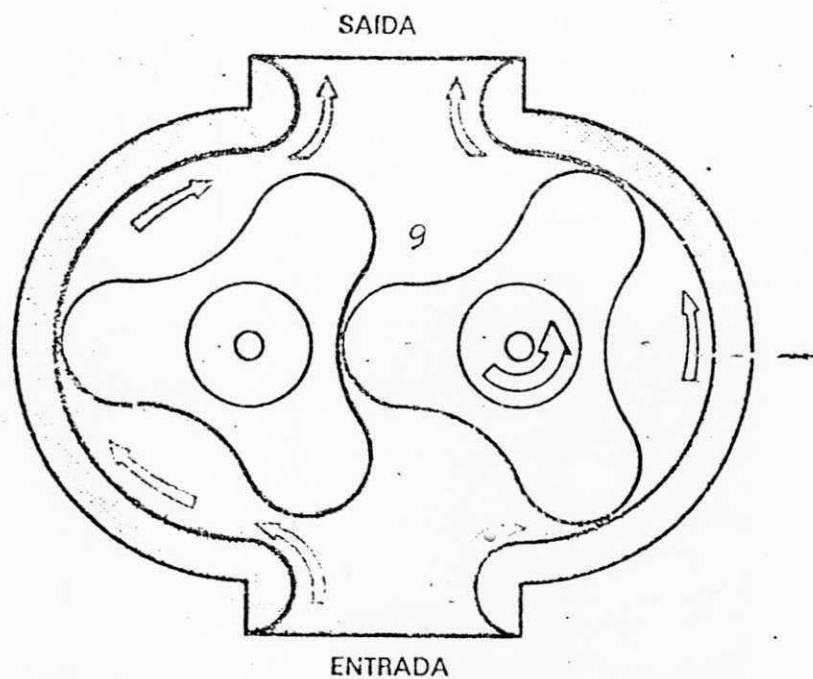
A alta pressão na abertura da saída impõe uma carga radial desequilibrada nas engrenagens e nos rolamentos que as apoiam.

3.1.2.2.2 - Bombas de engrenagens internas

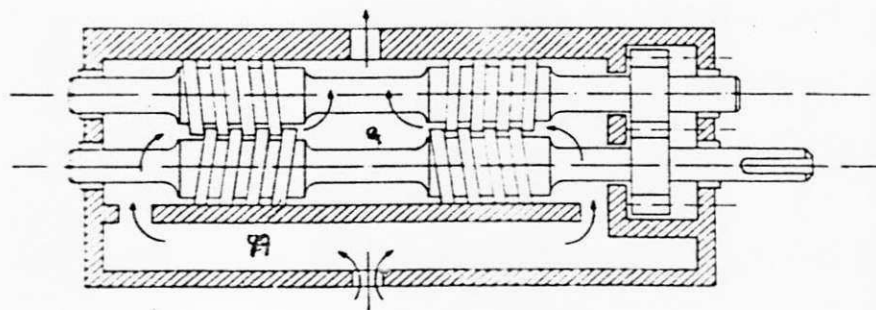
Este desenho ilustra uma bomba típica de engrenagens com dentes internos; nesta, as câmaras de bombeamento são formadas entre os dentes das engrenagens. Uma vedação em forma de meia lua é montada entre as engrenagens e localizada no espaço entre a abertura de entrada e da saída, onde a folga entre os dentes das engrenagens é máxima.



A bomba tipo gerotor, opera da mesma maneira que a bomba de engrenagens do tipo interno. O rotor é girado por uma fonte externa (motor) e transportar um rotor externo numa estrutura esgrenada. Formam-se então câmaras de bombeamento entre os lóbulos do rotor. A vedação em forma de meia lua não é usada neste caso, pois as portas no rotor interno fazem contato com o rotor externo para vedar as câmaras.

3.1.2.2.4 - Bomba de rotores lobulares

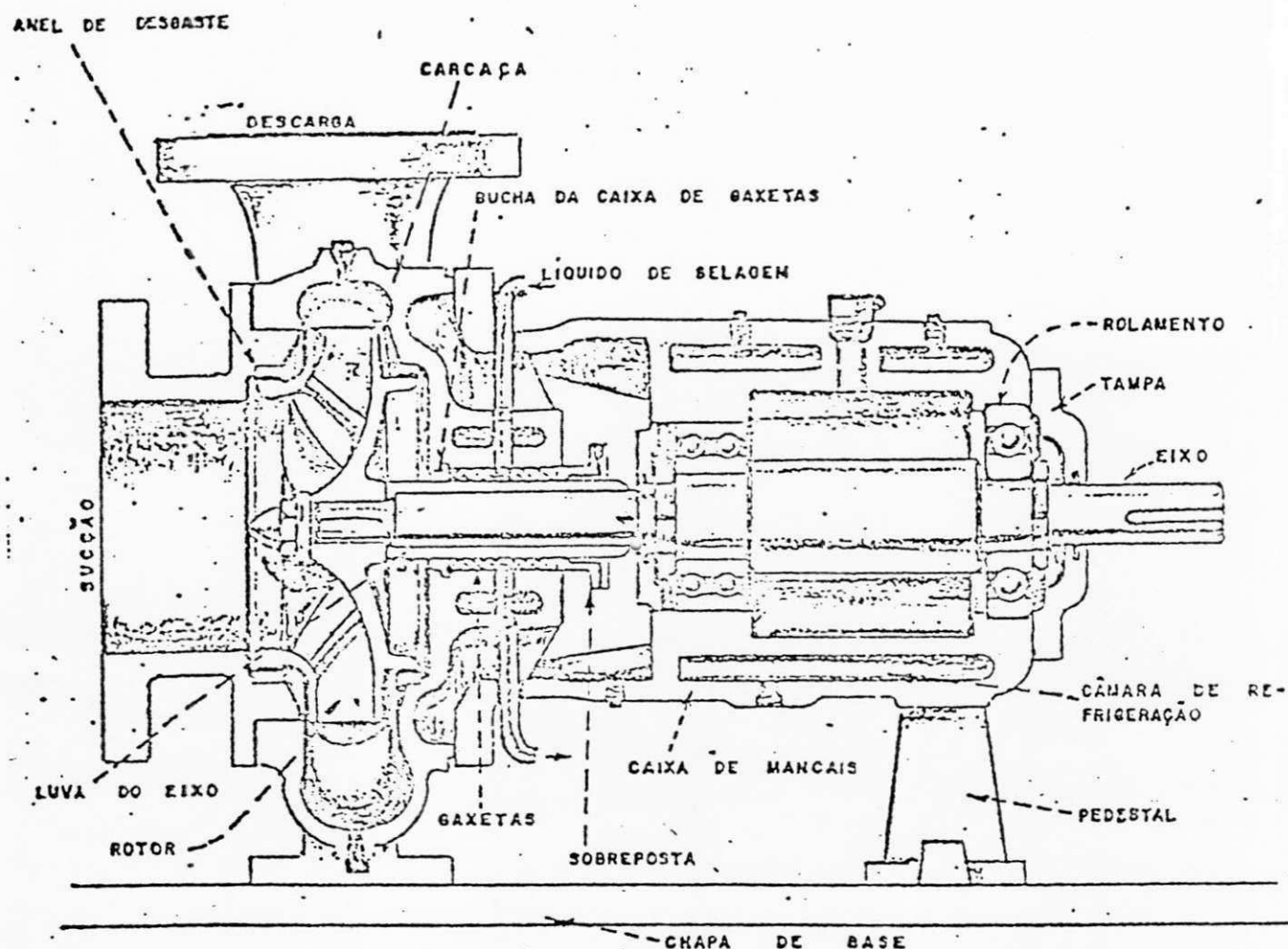
Essa bomba opera pelo mesmo princípio que a bomba de engrenagens do tipo externo, porém possui um deslocamento maior. Os rotores são acionados pelas engrenagens na parte externa, eliminando o contato dos lóbulos entre si.



Aqui as engrenagens foram substituídas por parafu

so agem como dois pares de engrenagens possuindo dentes com espiral de grande ângulo. Em vista da impossibilidade de um parafuso acionar outro, é necessário providenciar este acionamento através das engrenagens externas, vistas à direita na figura acima.

3.1.2.3. Bombas Centrífugas



3.1.2.3.1 - Introdução

Constam essencialmente de uma carcaça e um rotor provido de pás. O líquido é solucionado no centro do rotor e a forma das pás é apropriada para transferir a energia mecânica do eixo, em energia cinética ao fluido. O líquido flue para a periferia entre os espaços das pás e deixam a periferia do rotor com grande velocidade sendo coletado pela carcaça que geralmente apresenta um canal para recolher o líquido.

Esse coletor está ligado à boca de saída. Na periferia da carcaça (voluta) a energia cinética é transformada em pressão. O eixo do rotor recebe energia do motor elétrico de velocidade constante, e estão acoplados diretamente. São usuais as rotações de 1750 e 3500 RPM.

As bombas centrífugas cobrem uma faixa de vazão e pressão muito largas. Assim, existem bombas com vazão de 14 L/min. com pressão diferencial entre a saída e entrada) de 0,15

a 0,30 atm e outros com 1200l/min e pressão de 200 atm. Podem trabalhar com líquidos quentes (450°C) e lamas. Algumas bombas especiais para aquedutos atingem $350\text{ m}^3/\text{min}$ com 135 metros de coluna de água (m.c.a) e outras $2\ 200\text{ m}^3/\text{min}$ com 95 m.c.a para irrigação.

3.1.2.3.2 - Classificação das bombas centrífugas

As bombas centrífugas são classificadas sob diversos critérios.

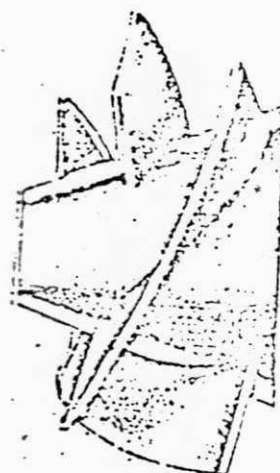
3.1.2.3.2.1.A. Quanto ao tipo de rotor



ROTOR FECHADO



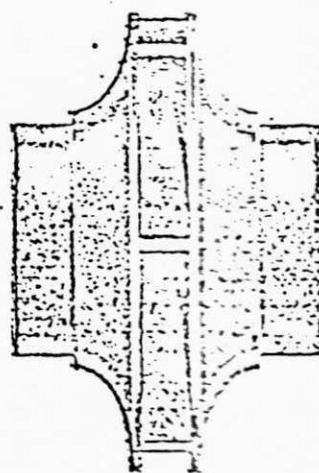
ROTOR SEMI-ABERTO



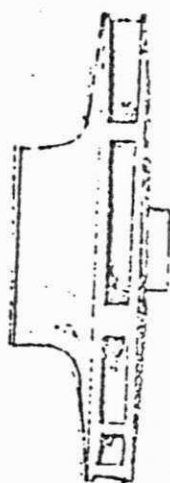
ROTOR ABERTO



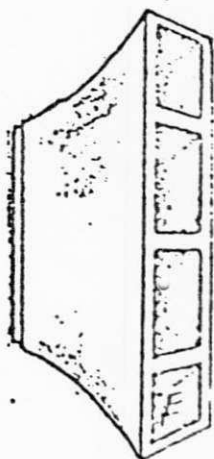
ROTOR DE SIMPLES SUÇÃO



ROTOR DE DUPLA SUÇÃO

3.1.2.3.2.1.A - Rotor RadialD
ROTOR DE FLUXO RADIAL

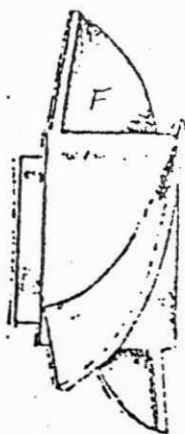
Dirige o fluido para a periferia; as pás são curvas para trás e a curva é uma superfície simples. É o tipo mais comum. Quando a sucção, isto é, a entrada de água se dá por um só lado trabalham de 500 a 300 rpm. Quando a sucção se dá por dois lados do rotor, o que ocorre para bombas de grande vazão, a rotação pôde ir até 600 rpm. Os rotores radiais podem ser abertos, semi-abertos e fechados. Os rotores abertos são baratos, entopem menos, dão pressão mais baixa e são de rendimento menor. Os rotores fechados são de difícil limpeza, pressão mais elevada e de maior rendimento.

3.1.2.3.2.1.B - Rotor de fluxo misto

ROTOR DE FLUXO MISTO

A pá é de dupla curvatura e a rotação varia de 4500 a 9000 rpm. A entrada do fluido é axial e a saída é radial.

3.1.2.3.2.1.C - Rotor do tipo axial ou hélice (Propeller Pamp).



ROTOR DE FLUXO AXIAL

O fluido entra e sai na direção axial. Gira normalmente em altas rotações: 900 rpm. Produz baixa pressão diferencial, mas dá elevada vazão. Muitas vezes esta bomba não é classificada como centrífuga.

3.1.2.3.2.2 - Rotor tipo turbina

Este tipo de bomba é também chamada de bomba tipo turbina (regenerative or turbine pamp). O rotor se assemelha a um disco plano com vantagens fresadas, radiais, de ambos os lados da extremidade do disco.

3.1.2.3.2.2 - Quanto ao tipo de carcaça

A carcaça pode ser bipartida no sentido vertical ou no sentido horizontal. As bombas de grandes dimensões possuem a carcaça bipartida horizontalmente, enquanto que as pequenas, verticalmente.

3.1.2.3.2.3 - Quanto a alimentação

A entrada do líquido é pelo centro da carcaça e a descarga pela periferia, tangencialmente. A posição da descarga pode variar para 45° ou 90° da vertical. As chamadas bombas petroquímicas possuem a entrada e saída suportadas por pedestral

de modo que a tensão da linha não é transmitida à carcaça. Além do mais, essas bombas, tendo entrada e saída para cima, evitam a necessidade do purgador de incondensáveis. Esses detalhes construtivos da bomba petroquímica. Facilitam a manutenção. A carcaça das mesmas é refrigerada o que permite trabalhar com fluídos quentes sem os rolamentos serem danificados.

Quando a vazão das bombas é elevada, a sucção, em vez de se dar por um só lado do rotor se dá por ambas as faces. São chamadas bombas de dupla sucção.

3.1.2.3.2.4 - Quanto ao número de estágios

As bombas centrífugas podem ser de simples ou múltiplo estágio dependendo da pressão que se deseja fornecer ao fluído. Acima de pressão diferencial de 200 m.c.a. se usam as bombas de múltiplo estágio. Constatam de 2 ou mais rotores presos a um mesmo eixo, ligados em série, de modo que a saída de uma voluta é ligada à entrada da carcaça do estágio seguinte. Por questões de balanceamento do eixo (a pressão cresce de um estágio para o seguinte), os estágios frequentemente serão alternados (1º, 2º, 3º, 4º). Desse modo, um rotor produz esforço no sentido longitudinal do eixo da esquerda para a direita, por exemplo, e o outro, da direita para a esquerda.

3.1.3 - Informações Gerais

Quando o processo exige bombas de materiais quimicamente inertes, são usadas bombas de desenho simples, revestidas de vidro, plástico ou porcelana devido a dificuldade de se fundirem em certos materiais.

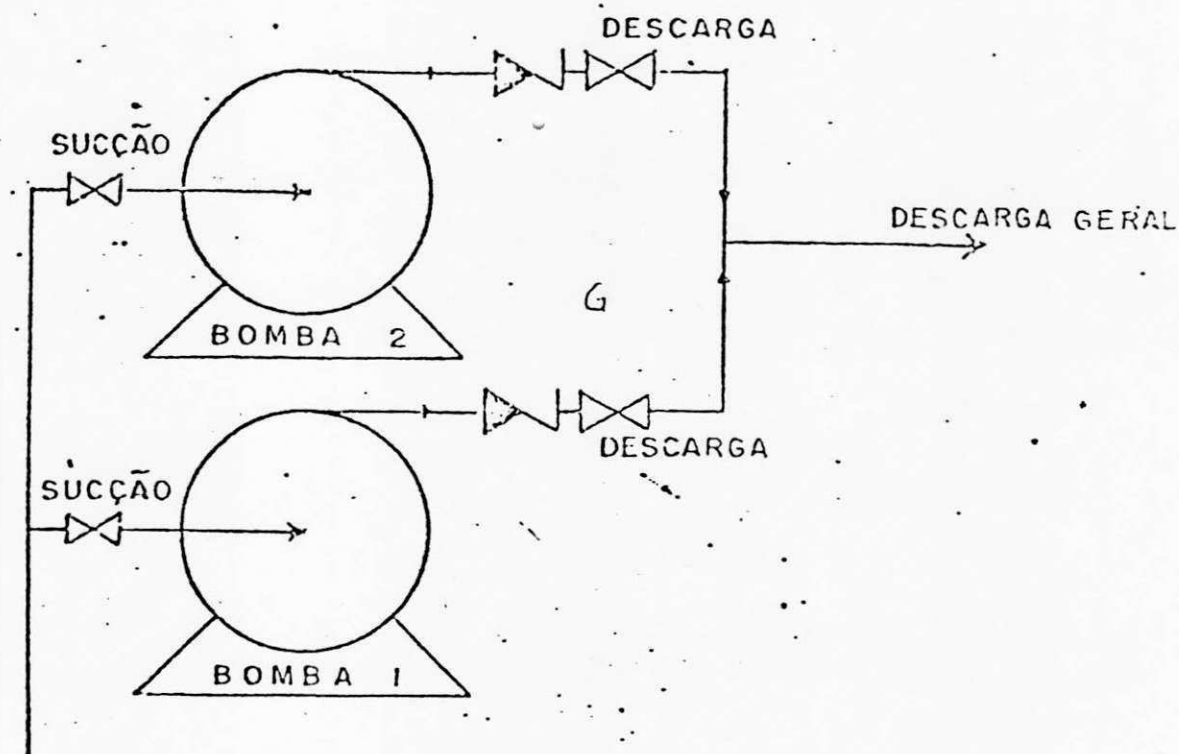
A rotação de uma bomba, pode ser no sentido horário ou anti-horário. Esse sentido é definido por convenção, colocando-se o observador do lado do motor e olhando para o rotor.

A forma da carcaça pode ser circular ou ter forma apropriada para diminuir as perdas por atrito (voluta). Normalmente, para baixas pressões e bombas de simples estágio a carcaça é circular. As bombas com voluta possuem menor perda interna

de pressão. Quando a bomba é de múltiplo estágio, além da voluta, são colocados difusores na carcaça para diminuir a turbulência entre a saída de um estágio e a entrada no seguinte.

3.1.4 - Tipos de Associações

3.1.4.1 - Associação em paralelo



Quando uma só bomba não se consegue obter a vazão desejada, associamos as bombas em paralelo. A curva característica da associação é obtida somando-se as vazões corresponden-

tes, a mesma altura manométrica.

$$\text{Seja: } H_1 = H_2 = H$$

$$\text{Então: } Q = Q_1 + Q_2$$

$$\text{e: } CV = CV_1 + CV_2$$

$$\text{com: } CV_1 = \frac{\gamma Q_1 H_1}{n_1}$$

$$\text{e: } CV_2 = \frac{\gamma Q_2 H_2}{n_2} \quad \text{Daí: } CV = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H}{n}$$

e o rendimento será obtido de:

$$\frac{\gamma Q_1 H_1}{n_1} + \frac{\gamma Q_2 H_2}{n_2} = \frac{\gamma Q H}{n}$$

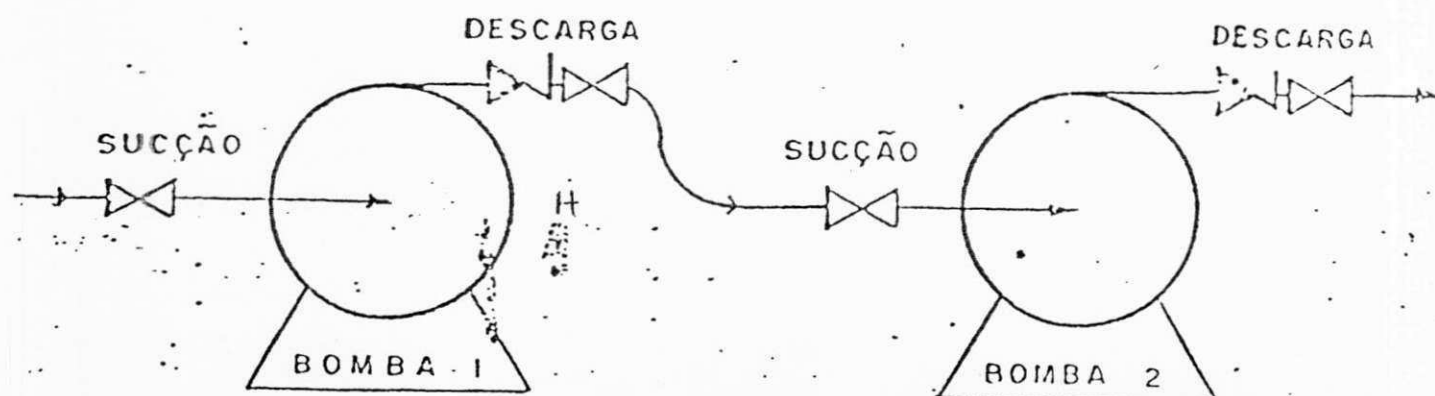
$$\frac{Q_1 H_1}{n_1} + \frac{Q_2 H_2}{n_2} = \frac{Q H}{n} \quad \text{m com } H = H_1 = H_2$$

$$\frac{Q_1}{n_1} + \frac{Q_2}{n_2} = \frac{Q}{n} \quad \frac{-\frac{1}{n_1}}{-\frac{Q_1}{Q_1}} + \frac{\frac{1}{n_2}}{\frac{Q_2}{Q_2}} = \frac{\frac{1}{n}}{\frac{Q}{Q}}$$

$$\frac{\frac{1}{n_1}}{\frac{Q_1}{Q_1}} + \frac{\frac{1}{n_2}}{\frac{Q_2}{Q_2}} + \frac{\frac{1}{n}}{Q}$$

Das relações anteriores pode-se obter a curva da associação em paralelo.

3.1.4.2 - Associação em série



Neste caso a vazão é a mesma nas duas bombas e a altura manométrica da associação correspondente à mesma vazão, isto é:

$$Q = Q_1 = Q_2$$

$$H = H_1 + H_2$$

$$CV = CV_1 + CV_2$$

$$N = H / (H_1/n_1 + H_2/n_2)$$

Exemplo de uma bomba associada em série e uma de múltiplos estágios. Existem bombas de até 12 estágios e alguns casos de até 18 estágios. Na Petrobrás, existe bomba de 110 estágios $\varnothing = 20$ cm, com motor de 10m de comprimento.

3.1.5 - Instalação, Operação e Manutenção

- A bomba deve ser protegida contra inundações;
- A bomba deve ficar perto do poço de sucção;

- O grupo motor-bomba deve ser colocado no lugar e nivelado antes de ser colocada as tubulações;
- A fundação deve ser bem dimensionada para garantir um bom funcionamento da bomba;
- Antes de colocar a bomba em funcionamento deve assegurar se a fabricação está de acordo com o manual do fabricante.

3.1.6 - Principais defeitos e causas em sistemas de bombeamento

3.1.6.1. - Não há Vazão

- A vazão não está escorada;
- A velocidade do rotor baixa;
- Altura de sucção ou recalque muito grande;
- Rotor completamente entupido.

3.1.6.2 - Há pouca vazão

- Velocidade baixa no rotor
- Ar no líquido
- Defeito mecânico
- Rotor danificado
- Diâmetro do rotor pequeno
- Sentido de rotação invertido.

3.1.6.4 - Consumo exagerado de energia

- Defeitos mecânicos, tais como
 - . Eixo empenado;
 - . Elementos excessivamente justos;
 - . Carga inferior a prevista, etc.

3.1.7 - Cuidados na instalação de bombas

Na instalação de equipamentos hidráulicos devemos atentar para uma série de fatores, que quando não levados em conta, podem causar vários problemas à vida útil dos equipamen-

tos, em especial as bombas, que são equipamentos mais solicitados num sistema hidráulico. Tais fatores são:

- Alinhamento de bombas
- Sentido de rotação
- Cavitação
- Temperatura do fluido
- Qualidade do fluido
- Sobrepressão.

3.1.7.1 - Alinhamento das bombas

Todo equipamento rodante deve ter o eixo do acionador e da máquina acionada perfeitamente alinhados.

Falta de alinhamento causa problemas manuais, de selos mecânicos e labirintos, vibrações, notadamente na direção axial.

Todo equipamento é alinhado antes de se terminar a base da máquina. Apenas depois do alinhamento feito é que se prende a máquina definitivamente às suas fundações.

Durante a operação normal da máquina, há uma série de fatores que podem perturbar o alinhamento original, vibrações, deformações térmicas, forças de tubulações, etc são algumas das causas de desalinhamento. O alinhamento deve ser refeito sempre que necessário, pois máquina desalinhada é seguramente fontes de problemas.

Há a distinguir dois tipos de alinhamento:

- a) Alinhamento a frio - é feito com a máquina nas condições ambientais, em repouso.
- b) Alinhamento a quente - é feito com a máquina na temperatura normal de operação. Alguns fabricantes fornecem a curva de desalinhamento a frio que possibilita alinhamento perfeito a quente.

Existem 3 tipos de desalinhamento:

- a) Quando os dois eixos do equipamento estão em um mesmo plano

e são paralelos, mas não pertencem a uma mesma reta.

- b) Quando os dois eixos dos equipamentos pertencem a um mesmo plano, se cruzam, mas não são a mesma reta.
- c) Quando ocorrem os dois casos simultaneamente.

No primeiro caso dizemos tratar-se de um desalinhamento paralelo. No segundo de um desalinhamento angular. Um dos problemas do alinhamento é a tolerância permissível de desalinhamento para que se aceite a máquina como alinhada.

A.ELLIOTT recomenda um desalinhamento máximo de 0.001" (002 no relógio) no desalinhamento paralelo e 0,00005" (0,001" no relógio) no desalinhamento angular.

3.1.7.2 - Sentido de rotação

Algumas bombas podem virar em qualquer sentido. Outras podem virar em qualquer sentido, somente após uma adaptação. Outras ainda, trabalham só num sentido, geralmente de acordo com o ponteiro do relógio. O sentido desejado deve ser indicado.

3.1.7.3 - Cavitação

O fenômeno da cavitação ocorre com a formação de bolhas de ar que impedem e cavam material internamente à bomba. No caso cinco medidas devem ser tomadas :

- Verifique se o filtro de sucção está totalmente imerso no fluido e se o respiro do reservatório não se encontra obstruído.
- Verifique se a viscosidade do fluido é a recomendada pelo fabricante.
- Escove a bomba quando no princípio do funcionamento.
- Verifique se as uniões do dato de sucção estão bem vedadas.
- Verifique se o fluido utilizado é o recomendado pelo fabricante e se as dimensões da linha de sucção estão corretas.

3.1.7.4 - Qualidade do fluido

Devemos assegurar sempre que o fluido esteja livre de impurezas, principalmente de partículas sólidas contrário provocaremos um desgaste prematuro da bomba.

3.1.7.5 - Temperatura do fluido

Observar sempre a máxima temperatura do fluido recomendado pelo fabricante. No resfriamento do fluido com o equipamento em repouso, os elementos, de borracha que fazem parte da vedação da bomba, tornam-se quebradiços e não resistirão a um acréscimo de pressão.

3.1.7.6 - Sobrepessão

A elevação repentina de pressão num sistema hidráulico pode provir de várias causas. Quando isso ocorre, introduzimos válvulas de segurança, tais como válvula de alívio de ação direta, supressora de choque etc.

3.1.7.7 - Considerações finais

No projeto de um circuito hidráulico, a bomba será sempre um dos últimos componentes a ser especificados, pois, a partir da vazão e pressão original que devemos ter nos atuadores, precisamos levar em considerações as perdas de cargas que podem ocorrer a fim de que a nossa bomba possa trabalhar folgadoamente.

3.2 - Compressores, Ventiladores, Bomba de Vácuo

3.2.1 - Introdução

O transporte de fluidos compressíveis tornado possível por máquinas como compressores, efetores, ventiladores, sopradores e bombas de vácuo, é parte fundamental do processo da indústria química. Um fluido compressível pode ser evacuado de um sistema ou injetado nele para, por exemplo - auxiliar na

obtenção de uma condição de pressão, volume à temperatura necessária para que haja uma determinada reação, ou para que uma operação unitária como absorção, adsorção, condensação, destilação ou evaporação aconteça uma taxa ótima, ou para efetuar uma mudança de fase de um fluido. Em filtração, transporte ou mistura de materiais, um fluido compressível pode ser usado para respectivamente, permitir a retenção de partículas sólidas carregadas pela corrente de fluido em uma superfície filtrante, transportar pequenos sólidos em uma corrente de fluidos ou agitar sólidos ou líquidos. A compressão é usada também para permitir a armazenagem de grandes massas de gases em vasos, por liquefação ou, por redução de volume de gás.

O maior número de máquinas de compressão de gases na indústria química é usada para ar. Este é empregado para operação dos instrumentos pneumáticos, atuação de servo-sistema, e para utilidades em geral em qualquer unidade de processo químicos. Um sistema de a 100 Psi é comumente empregado para utilidades para operar talhas, maquinarias de embalagem e outros equipamentos, mecânicos.

3.2.2 - Condições de Serviço

Máquina	P. Sucção	P. Descarga	$P = P_{Desc} - P_{sucção}$
Compressor	P.ambiente	P.ambiente	35 Psi
Ventilador	P.ambiente	P.ambiente	1 a 2 Psi
Soprador ou Blower(ar)	P.ambiente	P.ambiente	2 a 35 Psi
Bomba de vácuo	P.ambiente	P.ambiente	15 Psi

Embora essas máquinas tenham basicamente a mesma função - aumentar a pressão de gás - o tubo de trabalharem em pressões diferentes faz com que a presente características construtivas diversas (por exemplo quanto ao sistema de selagem da máqui

na, resistência mecânica das partes) e mesmo, às vezes obedecem a concepções de projeto totalmente diferente.

3.2.3 - Compressores, tipos comuns

A compressão de um gás é efetuada punticamente segundo um dos dois procedimentos básicos, os quais determinam duas classes de compressores.

3.2.3.1 - Volumétricos

Nesses compressores, o aumento da pressão de uma certa massa de gás é conseguido pela redução do volume que esta ocupava. A esta classe pertencem os seguintes compressores, dividido em dois grupos segundo o movimento fundamental das partes que efetuam a redução do volume:

A - Alternativos

Compressores de embolo (pistão)

B - Rotativos

- de palhetas
- de pêndulo
- de anel líquido
- de lóbulos (parafusos)
- de turbo - centrífugas ou radiais axiais.

3.2.3.2 - Dinâmicos

Neles, o fluxo de gás recebe inicialmente um trabalho mecânico, adquirindo energia cinética, e em seguida essa energia cinética, é transformada em energia de pressão pela passagem do gás em canais cuja área transversal aumenta progressivamente - no sentido do fluxo (fazendo com que o gás vá perdendo velocidade e aumentando a pressão). De acordo com o modo pelo qual o fluxo de gás adquira energia cinética, esses compressores são agrupados em:

a) Turbo - compressores

Trabalho sobre o gás é efetuado por um rotor provido de palhetas. A trajetória do fluxo em relação ao rotor da máquina estabelece ainda dois grupos desses compressores, com sensíveis diferenças de projeto e performance.

A.1 - Centrífgugos

Trajetoária radial.

A.2 - Axiais

Trajetoária axial.

b) Ejetores

Nestes a fonte de gás é conectada à entrada de um difusor onde consegue uma pressão bastante baixa através de um fluxo auxiliar em alta velocidade. A diferença de pressão entre a fonte e esse ponto faz com que o gás se desloque, com que adquira velocidade e portanto energia cinética, posteriormente convertida em energia de pressão no difusor. São usados geralmente com bombas de vácuo.

3.2.4 - Bombas de Vácuo

A bomba de vácuo de embôlo tem o mesmo princípio de funcionamento que os compressores de embôlo.

A diferença entre ambos reside na modalidade de funcionamento, pois enquanto o compressor aspira o ar do ambiente e o descarrega num reservatório a pressão $P = P_o$, sendo $P_o = P_{at}$, a bomba de vácuo aspira o ar de um reservatório onde a pressão $P = P_o$, e o descarrega no ambiente.

A pressão de descarrega nesse caso é constante e aproximadamente igual a 1 Kg/cm^2 (pressão atmosférica) enquanto que a pressão de aspiração é variável e tenderia a zero se o vácuo fosse perfeito.

A indicação do vácuo pode ser de três maneiras:

a) Pressão absoluta $P \leq P \leq P_0$

b) Depressão d , $d = P_0 - P$ $P_0 \geq d \geq 0$

Teremos $d = P_0$ quando o vácuo é absoluto, e $d = 0$, quando não há vácuo nenhum.

c) Grau de vácuo: GV

$$GV = \frac{P_0 - P}{P_0} \times 100, \text{ em que } 0 \leq GV \leq 100\%$$

Exemplificando:

Se $P = 0,05 \text{ Kg/cm}^2 \text{ abs}$ e $P_0 = 1,0 \text{ Kg/cm}^2 \text{ abs}$

Vem:

- Pressão absoluta: $P = 0,05 \text{ Kg/cm}^2 \text{ abs}$
- Depressão: $d = 1,0 - 0,05 = 0,95 \text{ Kg/cm}^2$
- Grau de vácuo $GV = \frac{P_0 - P}{P_0} \times 100$

$$GV = \frac{0,95}{1} \times 100 = 95\%$$

3.2.5 - Compressores centrífugos e axiais

Tipo	Nº de Estágios	P.C. Máximo p/ Estágio	Pressão máxima Desc. (PSI)	Capacidade de de Max. (ACFM)	Perfor mance
Centrífugo	Simple ou Múltiplos	3-4,5	10.000	100.000	
Axial	Múltiplos	1,2-1,5	80-130	2.000.000	

Os compressores radiais ou centrífugos são muito usados para ar comprimido e outros gases, para instalação frigoríficas e para outras finalidades.

Os compressores axiais têm grande emprego como compressores de ar de instalações motoras de turbina a gás.

Por causa de seu fluxo contínuo, as turbomáquinas têm maior capacidade que os compressores volumétricos, para o mesmo tamanho.

Para uma efetiva troca de momento, sua rotação precisa ser alta, mas as vibrações e os desgastes são pequenos devido à continuidade do movimento e à ausência de partes em contato.

Vantagens dos turbos - compressores

- Menor custo de instalação devido aos menores esforços, as fundações não necessitam ser tão grandes como para as alternativas
- Menor custo de manutenção.
- Maior eficiência para R_c 2 estágios.
- Maior relação capacidade para espaço físico.
- Adaptáveis a acionador de alta RPM (turbina a vapor, turbina a gás).

Vantagens dos Alternativos

- Maior eficiência para R_c 2 estágios.
- Capazes de operar com diferenças de pressão bastante altas.
- Altas propriedades do fluido pouco influência na sua performance. Operam eficientemente para baixas vazões (em relação nominal).

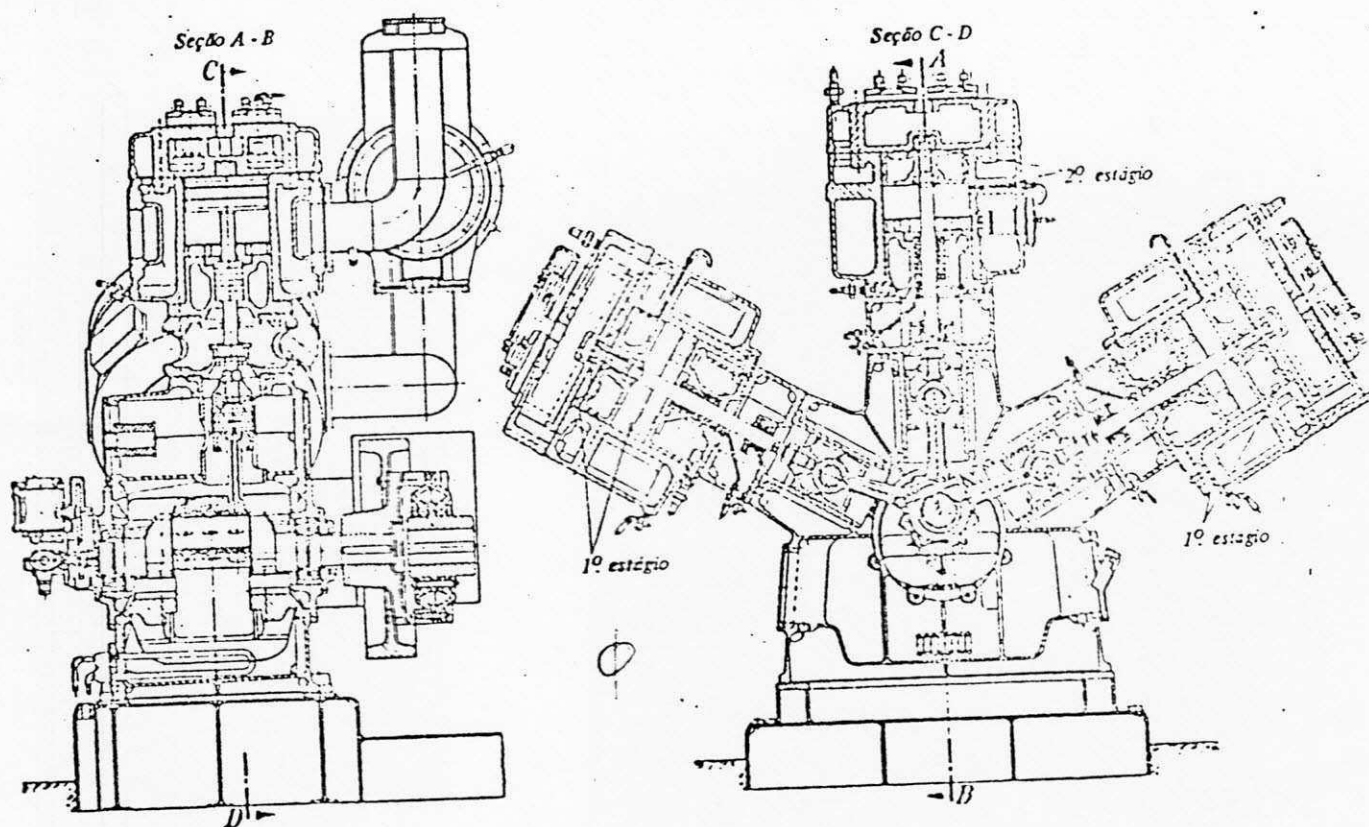
3.2.5.2 - Compressores centrífugos

Um compressor centrífugo aumenta a pressão do gás, acelerando-o enquanto escoar radialmente através do impelidor, e convertendo posteriormente essa energia cinética em pressão pela passagem do gás em um difusor.

A operação desse compressor é portanto semelhante à

de uma bomba centrífuga. No entanto a diferença significativa na performance de ambas se deve ao fato do gás ser um fluido compressível.

3.2.6 - Compressores Alternativos



3.2.6.1 - Características Construtivas

No compressor de duplo efeito, existem duas câmaras de compressão trabalhando em paralelo, dada duas delas limitada por uma face de pistão.

Para que possa haver a vedação da câmara do lado do Girabrequim, é necessário que o pistão seja movimentado pela haste guiada, articulada na biela.

As Características dessa construção

- Porque mais regular - a cada volta do girabrequim, são efetuados dois ciclos de compressores.
- Grandes capacidades - observar apenas que um cilindro de duplo efeito não tem o dobro da capacidade de um simples efeito de mesmo tamanho devido ao volume ocupado pela haste (a diferença é sensível na maioria dos casos).
- Esforços laterais do pistão (anéis) contra o cilindro são muitos vedativos.
- Contato lubrificante - gás pode ser mais eficiente evitado.
- Construção mais completa.

Em geral, compressores para serviços de maior responsabilidade.

(Processos; centrais de ar comprimido) são de duplo efeito

T i p o		Máxima Pressão de descarga	Máxima relação de compressão por estágio	Máxima relação de compressão por máquina	Máxima vazão Médida na sucção (CFM)
Volumétrico	Alternativos.	35.000 50.000	10	-	3500-500
	rotativos	100-250	4	8	50.000
Turbo	centrifugos	3000-6000 10.000	3,0-4,5	8-10	200.000
	Axiais	80-130	1,2-1,5	5,0-6,5	2.000.000

3.2.8 - Sistema de Lubrificação

As finalidades da lubrificação são:

- Reduzir o atrito entre as partes móveis em contato.
- Reduzir o desgaste.
- Resfriamento (o óleo lubrificante ou parte dele também serve de resfriador do compressor).
- Reduzir a fuga de gás entre pistão e cilindro.

As partes a serem lubrificadas são:

- Sistema biela-manivela (manuais, bronzina e pino) em que o óleo retorna do cartel.
- Cilindro em que o óleo se perde.
- Há dois tipos de lubrificação:
 - . por salpico
 - . lubrificação forçada.
- Por salpico - consiste em uma peça chamada pescador, presa na cabeça da biela, a qual, em cada volta, mergulha no óleo do cartel e o espalha em gotas.

Neste processo de lubrificação a superfície do óleo deve ser grande para não haver muita flutuação do nível com o movimento do pescador.

De um modo geral, os pescadores, são de tal modo que possa apanhar o óleo num lado ou noutro, tornando o seu funcionamento independente do sentido de rotação.

- Lubrificação do Cilindro

É feita por meio de bomba de engrenagens ou de pistão, que aspira o óleo do carter e distribui nas partes a lubrificar através de canalização.

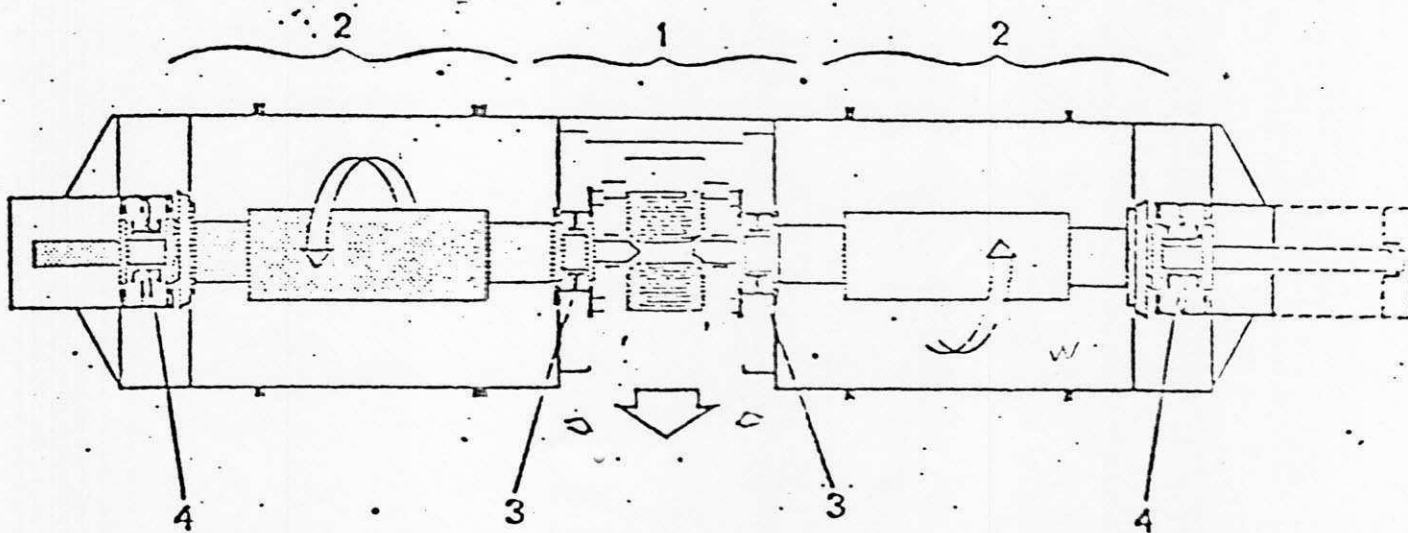
3.2.9 - Manutenção

Apresentamos a seguir, sugestões para manutenção de compressores alternativos, devendo-se ressaltar, que estas recomendações não são absolutas, e é sempre recomendável consultar o manual do fabricante da máquina, e a seguir suas instruções, deve-se ainda acrescentar que em áreas, onde a atmosfera é muito poluída, é necessário aumentar-se as frequências aqui apre-

sentadas:

- 1 - Desligue a alimentação elétrica antes de começar o serviço.
- 2 - Cuidados diários
 - A - Verificar nível de óleo.
 - B - Drenar condensado do vaso de descarga e acumulador.
 - C - Verificar qualquer ruído ou vibração anormal.
- 3 - Cuidados semanais
 - A - Limpar filtro de ar
 - B - Limpar partes externas do compressor e acionador
 - C - Testar manualmente válvula de segurança.
- 4 - Cuidados Mensais
 - A - Verificar se não há vazamento no sistema de compressão.
 - B - Inspeccionar o óleo e trocá-lo se for verificada qualquer contaminação
 - C - Verificar a tensão das correias e seu desgaste.
- 5 - Cuidados a três meses
 - A - Trocar o óleo
 - B - Inspeccionar as válvulas do compressor.

3.3 - Turbo Gerador



- 1 - Lâminas - o vapor entra pelo centro, expandindo inicialmente através dos discos constituídos de lâminas em contra rotação.
- 2 - Gerador. Dois geradores são acoplados, formando uma unidade elétrica.
- 3 - Mancais Radiais
- 4 - Mancais radiais de encosto. A unidade é um turbo-gerador de contra pressão em contra rotação.

As lâminas são formadas em duas metades, sendo que, cada metade possui direção de rotação, oposta, acionando seu próprio rotor. Portanto, a unidade tem dois sistemas de rotação.

3.3.1 - Motagem

A turbina está apoiada sobre dois pilares simples. A mesma não produz porque os geradores são apoiados nas extremidades por dois suportes flexíveis que permitem dilatação térmica.

3.3.2 - Discos de Lâminas

Os discos de lâminas existem em duas peças, cada um possui rotação em direção oposta ao outro e a - expansão de vapor é de certo modo radial através deles. Cada meia peça é composta de vários anéis de lâminas concêntricas, entre as quais cabem os anéis de lâminas concêntricas da outra parte.

3.3.3 - Entrada de Vapor

A entrada de vapor é composta de, uma válvula de parada de emergência hidráulica com passador de vapor, e uma válvula reguladora hidráulica.

3.3.4 - Gerador

Os dois geradores são eletricamente acoplados, cada um fornece a metade da energia. Após sincronização interna, conseqüida automaticamente depois da excitação durante a partida,

as metades funcionam com uma só unidade.

3.3.5 - Mancais Principais

Cada rotor, composto de anéis de lâminas e rotor de crevador, é apoiada nas extremidades por mancais de encosto e radiais juntos, e no centro perto da turbina por mancal radial.

3.3.6 - Sistema de Óleo

A turbina é fornecida com óleo hidráulica de alta pressão e com óleo lubrificante; os dois sistemas têm um tanque de óleo comum. O sistema de alta pressão fornece óleo hidráulico para o equipamento de controle e nos servo-motores.

3.4 - Válvulas

O funcionamento de um sistema hidráulico ou pneumático engloba os mesmos detalhes que caracterizam um sistema mecânico qualquer, onde são controladas: força, velocidade, e direção. Os dispositivos que permitem estes controles através de fluídos chamam-se válvulas.

As válvulas são entretanto, peças indispensáveis, sem as quais as tubulações seriam inteiramente inúteis.

As válvulas representam, em média, cerca de 8% do custo total de uma instalação de processamento. A localização das válvulas deve ser estudada com cuidado, para que a manobra e a manutenção das mesmas sejam fáceis, e para que as válvulas possam ser realmente úteis.

3.4.1 - Classificação das válvulas

Existe uma grande variedade de tipos de válvulas, algumas para uso geral, e outras para finalidades específicas. São os seguintes tipos mais importantes de válvulas:

Válvulas de Bloqueio

- Válvulas de craveta

- Válvulas de macho
- Válvulas de esfera
- Válvulas de comporta.

Denominam-se válvulas de bloqueio as válvulas que se destinam primordialmente a apenas estabelecer e interromper o fluxo, isto é, que só devem funcionar completamente abertas ou completamente fechadas. As válvulas de bloqueio costumam ser sempre do mesmo diâmetro nominal da tubulação, e têm uma abertura de passagem de fluido com secção transversal comparável com a da própria tubulação.

Válvulas de Regulagem

- Válvulas de globo
- " " agulha
- " " controle
- " " borbolete
- " " diafragma

Válvulas de regulagem são as destinadas especificamente para controlar o fluxo, podendo por isso trabalhar em qualquer posição de fechamento parcial. Essas válvulas são as vezes, por motivo de economia, de diâmetro nominal menor do que a tubulação.

As válvulas de borboleta e de diafragma, embora sejam especificamente válvulas de regulagem, também podem trabalhar como válvulas de bloqueio.

Válvula que permitem o fluxo em um só sentido

- Válvulas de retenção
- Válvulas de retenção e fechamento
- Válvulas de pé.

Válvulas que controlam a pressão de montante

- Válvulas de segurança e de alívio
- Válvulas de contrapressão

Válvulas que controlam a pressão de jusante

- Válvulas redutoras e reguladoras de pressão.

Corpo e castelo - A parede de pressão de uma válvula, isto é , a sua carcaça, compõe-se de duas partes denominadas de corpo e de castelo.

Corpo é a parte principal da carcaça, onde estão o orifício de passagem do fluído e as extremidades (com flages, roscas, etc) para ligação às tubulações.

Castelo - é a parte superior da carcaça, que se desmonta para acesso ao interior da válvula.

3.4.2 - Mecanismo interno e gaxetas

O mecanismo móvel interno da válvula (haste, peças de fechamentos) e as sedes no orifício da válvula, onde o mesmo se assenta, chama-se trim da válvula. Essas peças, que são as partes mais importantes das válvulas, estão sujeitas a grandes esforços mecânicos e devem ter uma usinagem cuidadosa para que a válvula tenha fechamento estanque; além disso, não podem sofrer desgaste por corrosão ou erosão nem deformação por fluência, que comprometeriam a estanqueidade da válvula. Por todas estas razões é frequente que o TRIM da válvula seja feito de um material diferente e de melhor qualidade do que a carcaça.

3.4.3 - Extremidades das válvulas

Todas as válvulas são peças sujeitas a manutenção periódica . As primeiras válvulas empregadas em tubulações industriais eram, quase todas, rosqueadas, quando de diâmetros pequenos, ou flangeadas, são facilmente desmontadas da tubulação para reparos ou substituições.

Com o desenvolvimento do processo de solda, passaram também a ser bastante empregadas as válvulas com extremidades para solda de encaixe e para solda de topo. A desmontagem dessas válvulas é bem mais difícil, mas, em compensação, não há

risco de vazamento na tubulação.

3.4.4 - Meios de operação das válvulas

Há uma variedade muito grande de sistemas usados para a operação das válvulas; as principais são:

Operação Manual - por meio de volante
 - por meio de alavanca
 - por engrenagens, parafusos sem-fim etc.

Operação Motorizada - pneumática
 - hidráulica
 - elétrica

Operação Automática - pelo próprio fluido
 - por diferença de pressões gerada pelo escoamento.
 - por meio de molas ou contrapesos.

A operação manual é o sistema mais barato e mais comumente usado; emprega-se em todas as válvulas que não sejam automáticas e para as quais não exija operação motorizada.

3.4.5 - Válvulas de Gaveta

Este é o tipo de válvula mais importante e de uso mais generalizado. Até há alguns anos atrás as válvulas de gaveta dominavam largamente a maior parte das válvulas de uso industrial, chegando a representar cerca de 75% do total.

Atualmente, o desenvolvimento de outros tipos de válvulas de bloqueio, mais leves, mais rápidas e mais baratas (válvula de esfera e de borboleta principalmente), fez com que a participação das válvulas de gaveta caísse bastante, estando entretanto, em média, ainda acima de 50% do total.

3.4.6 - Válvula de Macho

As válvulas de macho representam em média cerca de

todas as válvulas usadas em tubulações industriais. Aplicam-se principalmente nos serviços de bloqueio de gases (em quaisquer diâmetros, temperaturas e pressões), e também no bloqueio rápido de água, vapor e líquidos em geral (em pequenos diâmetros e baixas pressões).

3.4.7 - Válvulas de Globo

Nas válvulas de globo o fechamento é feito por meio de um tampão que se ajusta contra uma única sede, cujo orifício está geralmente em posição paralela ao sentido geral de escoamento do fluido. As válvulas de globo podem trabalhar em qualquer posição de fechamento, isto é, e, são válvulas de regulação. Causam em qualquer posição, fortes perdas de cargas, devido as mudanças de direções e turbilhonamento do fluido da válvula.

3.4.8 - Válvulas de Retenção

Essas válvulas permitem a passagem do fluido em um sentido apenas, fechando-se automaticamente por diferenças de pressões, exercidas pelo fluido em conseqüência do próprio escoamento, se houver tendência à inversão no sentido do fluxo. São, portanto, válvulas de operação automática.

Empregam-se válvulas de retenção quando se quer impedir em determinada linha qualquer possibilidade de retorno do fluido por inversão do sentido de escoamento.

3.4.9 - Válvulas de segurança e de alívio

Essas válvulas controlam a pressão a montante abrindo-se automaticamente, quando essa pressão ultrapassar um determinado valor para o qual a válvula foi ajustada, e que se denomina pressão da abertura da válvula. A válvula fecha-se em seguida, também automaticamente, quando a pressão cair abaixo da pressão de abertura.

3.4.10 - Válvulas de Controle

Essas válvulas são usadas em combinações com ins

trumentos automáticos, e comandadas à distância por esses instrumentos, para controlar a vazão ou a pressão de um fluido. A operação da válvula é sempre motorizada, a maioria das vezes por meio de um diafragma sujeito à pressão de ar comprimido. Há um instrumento automático que comanda a pressão do ar que por sua vez faz variar a posição da abertura da válvula. A válvula em si é quase semelhante a uma válvula globo.

3.4.11 - Válvulas Redutoras de Pressão

As válvulas redutoras de pressão regulam a pressão a jusante da válvula, fazendo com que essa pressão mantenha-se dentro de limites pré-estabelecidos.

Essas válvulas são automáticas, isto é, funcionam sem intervenção de qualquer ação externa. Em muitas delas o funcionamento se faz através de uma pequena válvula-piloto, integral com a válvula principal e atuada pela pressão de montante, que dá ou não passagem ao fluido para a operação da válvula principal.

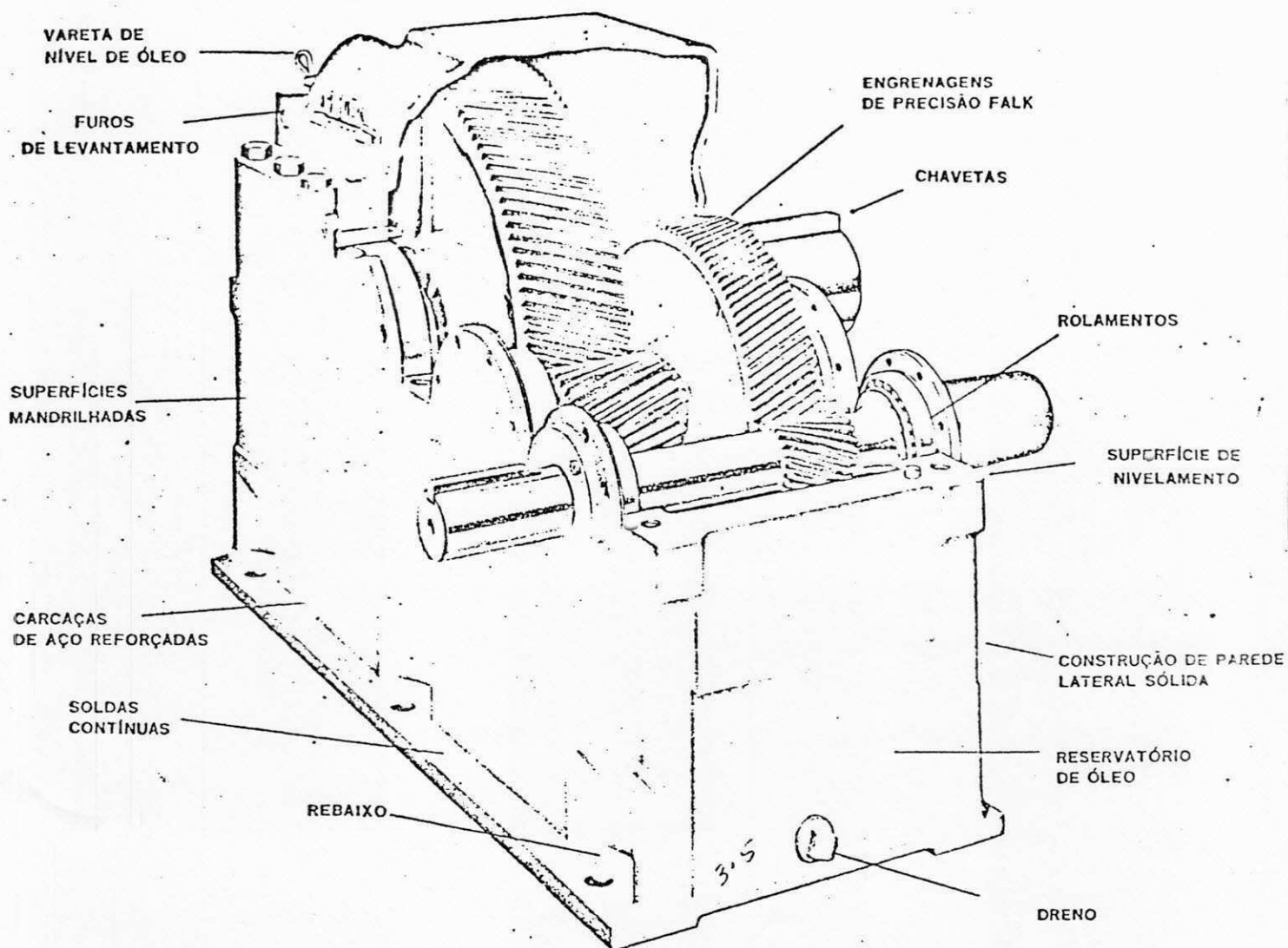
3.4.12 - Válvula de Borboleta

As válvulas de borboleta são basicamente válvulas de regulagem, mas também podem trabalhar como válvulas de bloqueio. O fechamento, da válvula é feito pela rotação de uma peça circular (disco), em torno de eixo perpendicular à direção de escoamento do fluido.

3.4.13 - Válvulas de Diafragma

São válvulas sem gaxeta muito usadas para regulagem ou bloqueio com fluidos corrosivos, tóxicos, inflamáveis, ou perigosos de um modo geral. O fechamento da válvula é feito por meio de um diafragma flexível que é apertado contra a seta; o mecanismo móvel que controla o diafragma fica completamente fora do contato com o fluido.

3.5 - Redutores de Velocidade



Todos os redutores, são providos com uma plaqueta indicando o tipo e quantidade de óleo adequado, e outra plaqueta que mostra os dados técnicos do redutor.

Os redutores de velocidade são fornecidos completamente montados e testados, com todas as engrenagens e pinhões cuidadosamente ajustadas para assegurar o perfeito contato dos dentes.

3.5.1 - Montagem

O redutor de velocidade deverá ser montado sobre uma firme fundação, livre de vibração. Poderão ser usadas de chapa de aço, corrediças de trilho de aço ou chumbadores, fixados em fundações de concreto. Toda a base da caixa deverá estar apoiada sobre os suportes, antes de serem colocadas e apertados os parafusos.

Use calços metálicos ou folhas distanciadoras para nivelar o redutor, não use cunhas. Os calços deverão estar distribuídos sob toda a sapata do redutor, para equalizar e suportar a carga e evitar distorção da caixa.

Para facilitar a drenagem do óleo, faça a montagem da unidade acima do nível do óleo.

3.5.2 - Transporte do Redutor

- Todo redutor de velocidade é equipado com olhais ou ganchos de suspensão.
- Certifique-se que a carga está devidamente segura e balanceada durante a suspensão.
- Evite choques do redutor contra qualquer dorpo durante o transporte.
- Use cordas, cabos e equipamentos de suspensão de larga capacidade.
- Para transporte rodoviário, recomenda-se fazer um engradado de madeira para proteção da unidade.

3.5.3 - Manutenção

Diariamente:

Uma inspeção visual diária pelos funcionários da manutenção é recomendada, deve-se inspecionar vazamentos de óleo, ruídos ou vibrações fora do normal.

Em ambiente de muita poeira, verificar o respirador da unidade, livrando-o se necessário de qualquer elemento que

venha a bloqueá-lo.

Se a unidade é equipada com lubrificação forçada, todos os manômetros devem ser checados. Se houver qualquer anomalia com leituras prévias, forem notadas, a causa deverá ser determinada imediatamente.

Filtros, nestes casos, devem ser examinados quando uma queda anormal na pressão é verificada, ou quando uma pressão no manômetro mostrar maior que 2 Kg/cm².

Semanalmente

- Cheque o nível de óleo. Adicione óleo se for necessário.
- Coloque uma pequena quantidade de graxa que possua boa qualidade para rolamentos em todos os pinos para lubrificação existentes.
- Limpe o filtro de óleo.

Mensalmente:

Ponha graxa em todos os acoplamentos. Cheque o nível de óleo, verifique os retentores de óleo, caso existam, e adicione graxa nos mesmos.

Cheque alinhamento da unidade, bem como os parafusos, bem como os parafusos da base, apertando-os, se necessário.

Anualmente:

Deve-se programar uma inspeção completa da unidade, desta feita, a parte superior da caixa deverá ser desconectada.

3.5.4 - Lubrificação

Os retentores de velocidades, têm geralmente lubrificação por banho de óleo ou bombas de óleo.

Os redutores levam uma plaqueta indicadora do tipo de óleo adequado, volume, e período de troca.

Geralmente as unidades são equipadas com visor de óleo tipo OLHO DE BOI, que permite verificação visual do nível de óleo.

O lubrificante deve ser óleo mineral puro ou óleo de extrema pressão de acordo com o tipo de serviço a ser submetido.

A temperatura de operação é a temperatura do óleo no interior de uma caixa de engrenagens, a temperatura máxima de serviço para caixa de engrenagens deve ser de 82°C.

Por ocasião da troca de óleo, o óleo deve ser drenado ainda quente, a fim de facilitar a operação de drenagem e limpeza.

Em todos os redutores, a primeira troca de óleo recomenda-se para unidades novas ou reformadas e após duas semanas de operação, podendo o óleo, ser reaproveitado, quando bem filtrado.

3.6 - Rolamentos

3.6.1 - Tipos

3.6.1.1 - Rolamentos Radiais

- Rolamentos rígidos de esferas.
- Rolamentos de rolos cilíndricos
- Rolamentos de agulhas
- Rolamentos autocompensadores de rolos.
- Rolamentos de rolos cônicos etc.

3.6.1.2 - Rolamentos Axiais

- Rolamentos axiais de esferas.
- Rolamentos axiais de rolos cilíndricos
- Rolamentos axiais autocompensadores de rolos.

3.6.1.3 - Rótulas

- Radiais.

- Axiais.
- Cabeça de articulação.

3.6.2 - Seleção do tipo de rolamento

A seleção do tipo de rolamento exige uma certa prática do projetista e o conhecimento dos detalhes construtivos de cada tipo. Mas algumas considerações gerais podem ser indicadas, orientadoras do tipo a empregar. Assim:

I - Quanto a forma:

- a) os rolamentos de esfera são mais baratos que os de rolos, quando a carga atuando é de pequena intensidade, dando-se o caso contrário quando as cargas são de grande intensidade.
- b) as cargas radiais ou axiais puras indicam, evidentemente, os tipos correspondentes.
- c) as cargas mistas exigem os rolamentos de contato angular, os cônicos radiais rígidos ou os autocompensadores de rolos.
- d) o carregamento com choques ou carregamento variável recomenda o emprego de rolamentos de rolos.

II - Quanto às deformações:

- a) se o deslocamento axial deve ser limitado a um mínimo, empregam-se os rolamentos axiais, ainda que a carga seja de pequena intensidade.
- b) se um único rolamento deve resistir a um momento fletor, além do carregamento axial - radial, o rolamento indicado é radial de ranhura profunda. Se o módulo do momento é de grande intensidade, emprega-se um de contato angular de dupla carreira de esfera, com linha de carga convergente.

III. Quanto a velocidade:

A influência da velocidade se traduz pelo aquecimen

to do rolamento, devido aos atritos desenvolvidos.

Os rolamentos radiais das esferas ou de rolos cilíndricos e os de contato angular de esferas apresentando pouco atrito são os mais indicados para altas velocidades.

IV - Quanto ao ajuste da montagem:

A influência do ajuste de montagem só se dá indiretamente na escolha. Algumas vezes os eixos ficam submetidos a variações de temperaturas com conseqüente variação de seu comportamento.

3.6.2.1 - Espaço disponível

Na maioria dos casos pelo menos uma das dimensões principais do rolamento, geralmente o diâmetro do furo, é determinada pelas características de projeto da própria máquina.

Normalmente são selecionados rolamentos rígidos de esferas para eixos de pequeno diâmetro, enquanto que para eixos de grandes diâmetros podem ser escolhidos os rolamentos rígidos de esferas, os de rolos cilíndricos ou os autocompensados de rolos.

3.6.2.2 - Cargas sobre rolamentos

3.6.2.2.1 - Magnitude da carga

Este é normalmente o fator importante para determinar o tamanho do rolamento. Em geral, considerando-se as mesmas dimensões principais, os rolamentos de rolos podem suportar maiores cargas que os rolamentos de esferas.

3.6.2.2.2 - Direção da Carga

3.6.2.2.2.1 - Carga Radial

Os rolamentos de rolos cilíndricos com um anel sem

flanges, e os rolamentos de agulhas podem suportar cargas radiais. Todos os demais tipos de rolamentos radiais podem suportar cargas tanto radiais como axiais.

3.6.2.2.2.2 - Carga Axial

Os rolamentos axiais de esferas podem suportar somente cargas moderadas e puramente axiais. Os rolamentos axiais de esferas de escoras simples podem suportar cargas axiais num só sentido, e os de dupla escora cargas axiais em ambos os sentidos.

Os rolamentos axiais de rolos cilíndricos e os axiais de agulhas podem suportar elevadas cargas axiais num sentido.

3.6.2.2.2.3 - Carga Combinada

A carga combinada consiste de uma carga radial e uma axial que atuam simultaneamente. A característica mais importante que afeta a capacidade de um rolamento ao suportar uma carga axial é o seu ângulo de contato. Quanto maior for este ângulo, tanto mais adequado é o rolamento para suportar a carga axial.

3.6.2.3 - Desalinhamento angular

Quando existe a possibilidade do desalinhamento de eixo em relação ao caixa são necessários rolamentos capazes de absorver tal desalinhamento. Isto é, rolamentos autocompensadores de esferas, rolamentos autocompensadores de rolos e rolamentos axiais autocompensadores rolos. O desalinhamento pode ser originado, por exemplo, por flexão do eixo ao ser submetido à carga, quando os rolamentos estão montados em caixas situadas sobre bases separadas e a grande distância entre si, ou quando não for possível usinas simultaneamente os alojamentos dos rolamentos.

3.6.2.4 - Limites de Rotação

A velocidade de rotação de um rolamento é limitada

pela temperatura máxima de funcionamento permissível.

Os rolamentos de baixo coeficiente de atrito, e portanto com pequena geração interna de calor, são os mais adequados para altas rotações.

3.6.2.5 - Precisão

São necessário rolamentos com maior grau de precisão que o normal para eixos que tenham que funcionar sob rigorosas exigências de giro por exemplo fusos de máquinas ferramentas, e também usualmente para eixos que trabalham em alta rotação.

São utilizados os rolamentos de duas carreiras de rolos cilíndricos e os axiais de duas carreira de esfera de contato angular.

3.6.2.6 - Funcionamento silencioso

O ruído produzido durante o giro dos rolamentos é bastante baixo, mas existem certas aplicações, como por exemplo motores elétricos, onde condições de silenciosidade particularmente baixas podem ser necessárias. Nestas aplicações é recomendável a utilização de rolamentos rígidos de uma carreira de esfera.

3.6.2.7 - Rigidez

A deformação elástica de um rolamento carregado é muito pequeno e na maioria dos casos, desprezível. Entretanto, em certas aplicações, a rigidez no rolamento é um fator importante, como por exemplo, parafusos de máquinas ferramentas.

3.6.2.8 - Deslocamento axial

A disposição normal dos rolamentos num eixo, ou outro elemento de máquina, consiste de um rolamento posicionador (fixo ou bloqueio) e um ou mais rolamentos livres. Um rolamento livre pode deslocar-se axialmente evitando assim sobrecargas recíprocas entre os rolamentos, por exemplo, quando ocorrem dilatações.

tações ou contrações do eixo.

3.6.9.2 - Montagem e Desmontagem

3.6.2.9.1 - Rolamento com furo cilíndrico

Os anéis dos rolamentos separáveis (rolamentos de rolos cilíndricos, rolamentos de rolos cônicos, todos os tipos de rolamentos axiais) são montados e desmontados isoladamente, assim quando for necessário utilizar um ajuste com interferência para ambos os anéis, interno e externo, ou quando é necessário, efetuar frequentes montagens, estes rolamentos são mais fáceis de montar do que os rolamentos não separáveis.

3.6.2.9.2 - Rolamentos com furo cônico

É bastante fácil montar ou desmontar rolamentos com furo cônicos ou utilizando buchas de fixação ou de desmontagem, sobre assentos cilíndricos de eixos.

3.6.3 - Funções da lubrificação nos rolamentos

A função primordial de um lubrificante é formar uma película que separa as superfícies de contato de peças dotadas de movimento rotativo, evitando o atrito metálico, o consequente aquecimento e o desajuste prematuro. Em todos os rolamentos, sem distinção de tipo e tamanho, a película lubrificante representa o elemento encarregado de transmitir as cargas.

3.6.3.1 - Lubrificação a óleo

Em condições de serviços que não exigem uma lubrificação especial, os rolamentos podem ser lubrificados tanto com graxa como com óleo. Existem numerosos casos de aplicações de rolamentos que são lubrificados a óleo somente porque as peças adjacentes devem ser lubrificadas a óleo. Isto ocorre, nas caixas de transmissões ou redutores, onde as engrenagens devem ser lubrificadas a óleo, tornando-se por isso mais fácil incluir os rolamentos no mesmo sistema de lubrificação.

3.6.3.2 - Lubrificação a graxa

A grande maioria dos rolamentos são lubrificados a graxa, pelas vantagens de um sistema de redução mais simples e facilidade de relubrificação. As fábricas de produtos derivados de petróleo produzem uma grande variedade de graxas, algumas especiais para rolamentos.

3.6.3.3 - Lubrificação

Nas aplicações de rolamentos altamente solicitadas, onde é necessário a relubrificação a intervalos mais curtos, ou ainda, nos casos que os canais de lubrificação sejam relativamente longos, recomenda-se o uso de uma graxa que possa ser injetada sob pressão, sem oferecer demasiada resistência.

3.7 - Purgadores

Existem dezenas de tipos de purgadores no mercado, que podem ser basicamente divididos em três classes. O purgador tem como objetivo eliminar o condensado sem perda de vapor.

3.7.1 - Classe

- Purgadores mecânicos
- Purgadores termostáticos
- Purgadores termodinâmicos
- Outros.

3.7.1.1 - Purgadores mecânicos

São purgadores que têm sua operação baseada na diferença de densidade da água para o vapor.

3.7.1.1.1 - Tipos de purgadores mecânicos

Bóia - Dentro da classe dos mecânicos, e são purgadores que modulam a descarga de condensado, sendo portanto de descarga contínua.

Termostático de bóia - são purgadores que, além de dispositivos mecânicos, possuem um dispositivo termostático, que é utilizado para (praticamente) a instantânea eliminação de ar e outros gases não condensáveis.

Eliminador de vapor preso. Antes de falarmos nesse assunto, talvez seja conveniente esclarecermos o que seja vapor preso. Vapor preso é aquele que, por razões próprias de determinado processo, fica retido entre o purgador e o condensado.

O eliminador de vapor preso nada mais é do que uma pequena válvula de agulha que permite o escoamento daquele vapor perdido, evitando que ele prejudique o processo.

- Purgador de balde invertido

É um dos mais antigos no mercado. Possui características que o distingue de todos os demais: - é o mais indicado para pressões acima de 42 Kg/cm^2 . Por sua construção é um purgador intermitente, porém com alta resistência a golpes de ariete e a condensado corrosivo.

Balde invertido

- Simples
- Com retenção
- Com filtro
- Balde aberto
- Simples
- Termostáticos

3.7.1.4 - Purgadores Termostáticos

São aqueles que têm o seu princípio de funcionamento na diferença de temperatura são purgadores empregados sempre que exista uma possibilidade de aproveitamento de calor sensível e onde o purgador possa ser instalado longe do ponto de drenagem, e que exista uma grande quantidade de ar e gases não condensáveis a serem eliminados.

3.7.1.2.1 - Tipos de Purgadores Termostáticos

- Pressão balanceada
- Expansão líquida
- Bimetálicos
- Termostáticos de pressão balanceada - são purgadores que acompanham a curva do vapor saturado, alguns graus abaixo, por também obedecerem a uma relação pressão temperatura. Como ótimos eliminadores automáticos de ar, podendo e sendo recomendados como tal, e mantendo uma coluna constante de condensado, a montante do mesmo, independente das variações de pressão.

Termostáticos de Expansão Líquida

São purgadores que fazem a descarga do condensado a temperaturas reguláveis e constantes, que permitem a passagem do condensado abaixo de determinadas temperaturas. Muito aplicados onde não haja necessidade de grande precisão de temperaturas e onde, por razões econômicas ou técnicas, não se queira aplicar uma válvula automática de controle de temperatura.

Termostáticos Bimetálicos

São purgadores que diferem dos demais tipos termostáticos, principalmente por sua alta resistência a golpes de ariete e corrosão. Como os purgadores da classe, devem ser instalado distantes do ponto de drenagem, e podem ter suas placas bimetálicas com movimentação linear ou não, dependendo do fabricante.

3.7.1.3 - Purgadores Termodinâmicos

São aqueles que trabalham sob o princípio de variação de pressão estática e dinâmico de Bernallli, em função da velocidade. São de maneira geral, totalmente em aço inoxidável e aproveitam, além do princípio de Bernoalli, também a evaporação do condensado para vedação.

Têm a vantagem, sobre os mecanismos, da mesma peça poder trabalhar em todas as pressões, dentro de sua faixa, e possuem uma faixa de pressões, bastante ampla.

3.7.1.3.1 - Tipos de Purgadores Termodinâmicos

- Simples
- Fluxo distribuído
- Simples com filtro incorporado
- Fluxo distribuído com filtro incorporado

Simples

São purgadores que trabalham com o disco inclinado em relação à sede, provocando, dessa maneira, um desgaste localizado.

Purgadores Termodinâmicos com Fluxo Distribuído

São aqueles que trabalham sempre com o disco paralelo à sede, tendo dessa maneira um desgaste por igual, tanto na sede como no disco.

Simples com filtro incorporado

Como todos os purgadores possuem a vedação em aço recomenda-se que antes do purgador seja sempre instalado um filtro, porém, quando o filtro estiver incorporado ao purgador, é necessário que se verifiquem as facilidades de limpeza da tela, e a perfuração da mesma, em relação ao orifício de descarga.

Fluxo distribuído com filtro incorporado

Possui as mesmas características dos purgadores termodinâmicos com fluxo distribuído, com vantagem de possuí-lo filtro já incorporado.

3.8 - Caldeira de Recuperação

Os fundamentos para operação de uma caldeira de uma unidade de recuperação são idênticos a outros sistemas de geração.

No início da operação deve-se ter o cuidado de não se exceder o valor máximo da queima suportável pela temperatura de segurança dos tubos do superaquecedor. Antes que uma nova unidade entre em serviço deve ser toda inspecionada. A unidade deverá estar livre de materiais estranhos. Contadores de instrumentos deverão está operando perfeitamente. Os equipamentos auxiliares deverão ser cuidadosamente inspecionados. A casa da caldeira deverá estar limpa de todos os fragmentos da construção para facilitar a operação das válvulas, damper e queimadores.

Deverá ser feito um cozimento de limpeza na caldeira (com uma solução diluída de Na_3PO_4), utilizando combustível auxiliar (gás natural ou óleo). Após esta operação estar completa a pressão, deverá crescer as válvulas de segurança devem funcionar.

A unidade deverá operar a 2/3 da carga total, com combustível auxiliar, por 24 ou 36 horas para curar o refratário da fornalha antes da queima do licor. Quando o combustível auxiliar é utilizado para a partida da caldeira, o ar deverá ser regulado para que a combustão seja completa todo o tempo e a fornalha esteja completamente limpa. O licor negro não pode ser queimado antes que a unidade tenha operado. A proporção de guerra com o combustível auxiliar deverá ser suficiente para produzir 2/3 do fluxo de vapor antes de se colocar os atomizadores de licor em serviço.

3.9 - Isolamento Térmico

Todas as superfícies que possam perder calor (flanges, conexões, válvulas, etc), devem ser isoladas. A falta de isolamento térmico ou isolamento deficiente irá ocasionar uma perda de calor de tal ordem que as paredes internas serão recobertas por uma grande película de condensado que irá assumir o papel decisivo na baixa qualidade do vapor. Por mais bom que seja o isolamento térmico, ele necessita de proteção, para que se mantenha em condições satisfatórias de eficiência.

O isolamento térmico, é simplesmente a concentração de milhares de células microscópicas de ar. Porém, se essas ce

lulas tornam-se encharcadas ou amassadas, elas perdem suas características isolantes e o isolamento térmico torna-se um transmissor de calor. Assim sendo, é necessário a proteção do isolamento térmico.

3.10 - Coletor de Vapor

São reservatórios em forma de cilindros, cujo objetivo é armazenar vapor. Estes armazenam vapor de alta, média e baixa pressão, segundo as necessidades de funcionamento.

3.11 - Filtros

A função do filtro é livrar o fluido de impurezas para que haja um bom funcionamento do circuito.

Classificação dos filtros

- Químico
- Mecânico

Filtro Químico - É aquele que é usado em poucas ocasiões, quando se deseja uma limpeza absoluta do fluido.

O filtro químico é um reator que desmancha o efeito ácido ou básico do óleo, mudando a substância nociva em água cloreto, fazendo logo a separação destes últimos, deixando passar somente óleo mineral.

Filtro Mecânico

É um tipo de filtro composto de uma série de malhas ou poros, a que chamamos de MESA. A própria filtragem comum que impede as partículas maiores permitindo a passagem das menores, e a filtragem sucessiva em que a abertura das malhas vai diminuindo e vai retendo partículas cada vez menores até fazer a filtragem total do fluido.

Subdivisões dos filtros mecânicos

- Filtro de linha de pressão
- Filtro de sucção
- Filtro de retorno

Filtro de linha de pressão

Dã-se preferência a este tipo de filtro, quando se deseja fazer uma filtragem mais perfeita do fluído, com objetivo de prolongar o máximo da vida útil de determinado componente do sistema. Este tipo de filtro se monta na linha de pressão do sistema.

Filtro de Sucção

Tem a função de impedir que corpos sólidos de grandes dimensões sejam succionados pela bomba.

As malhas ou poros desse filtro, devem ser maiores que as malhas dos filtros de pressão e retorno, já que nunca podemos deverão existir problemas na sucção.

Filtro de Retorno

Este é o responsável pela filtragem de fluído que retornam ao tanque, trazendo impurezas que foram absorvidas no ciclo de trabalho.

3.12 - Evapodores

É um aparelho usado para concentrar uma solução de uma densidade baixa para uma densidade mais alta, sem solidificação química da solução original. Isto é, um aparelho para remoção de água de uma solução fraca contendo pequena percentagem de matéria sólida, levando-a a conter percentagem maior de matéria sólida.

A função dos evapodores é de concentrar o licor preto fraco e alimentar a caldeira de recuperação com licor preto forte concentrado.

A concentração do licor é conseguida pela evaporação da água aumentando assim a percentagem dos sólidos nele contido.

O licor preto é concentrado até aproximadamente 62% de sólidos no sistema de evaporadores de multiefeitos, e queimado na caldeira de recuperação.

3.13 - Picadores

São máquinas que tem como função picar o sisal. A alimentação dos picadores é feita através de uma fita transportadora com 2 metros de comprimento. O tamanho dos cavacos, é resultado do avanço exercido pelos rolos de alimentação. A entrada dos rolos de alimentação, só aceita material até a altura máxima de 140mm. Se o material ultrapassar esta altura, os rolos de alimentação, serão automaticamente bloqueados através de uma chave fim de curso.

3.1.14 - Atividades

3.14.1.1 - Introdução

NO atual estágio de desenvolvimento das usinas de beneficiamento de sisal, para produção de fibra picada, o produto é frequentemente obtido com padrão de limpeza abaixo dos padrões exigidos atualmente no processo de fabricação de celulose.

Diversos processos foram desenvolvidos e testados, visando atender aos padrões exigidos de limpeza de fibra, destacando-se dentre eles, o moinho repassador que foi mesmo, durante algum tempo, equipamento de linha de algumas usinas.

O Projeto Fibra realizou a partir de dezembro de 1982, uma série de testes no moinho repassador instalado na U31, na Fazenda da Paracatú, visando consolidar os dados referentes à utilização deste equipamento.

3.14.1.2 - Objetivo

Apresentar e avaliar os resultados referentes à primeira etapa dos testes com o moinho repassador.

3.14.1.3 - Sumário dos Resultados e Conclusões

Resultados

Redução do teor de areia e mucilagem

Para realização do teste, os cavacos foram impregnados com areia e em seguida processados nos moinhos desfibrador e repassador, obtendo-se os seguintes resultados:

CONDIÇÃO INICIAL DOS CAVACOS (20 amostras)

Umidade %	Massa Seca ^(*) %	Fibra+Mucil. %	Areia %
Média \bar{x} 80,46	19,54	88,95	11,05
desvio p. 1,30	1,30	6,08	6,08

(*) Fibra+mucilagem+areia

FIBRA APÓS MOINHO DESFIBRADOR

	Umidade %	Massa Seca %	Mucilagem %	Areia %
Média \bar{x}	75,65	24,35	26,58	0,92
Desvio p.	2,68	2,68	8,03	0,61

FIBRA APÓS MOINHO REPASSADOR

Vazão água m^3/hr	Umidade %	Massa Seca %	Mucilagem %	Areia %
0 \bar{x}	74,10	25,90	18,59	0,62
	3,47	3,47	5,86	0,03
3,6 \bar{x}	75,53	26,47	15,87	0,52
	2,46	2,46	2,73	0,18
7,2 \bar{x}	13,70	26,30	15,73	0,40
	1,81	1,81	3,04	0,07

Redução do Teor de Cavacos na Fibra

Este teste não foi efetivamente realizado pelo Projeto Fibra, porém apresentamos os valores abaixo que representam a média de 120 análises realizadas pelo Departamento de Pesquisas na Fazenda Paracatú.

- Cavacos na fibra antes do moinho repassador: 5,42%
- Cavacos na fibra após o moinho repassador: 1,82%

Não temos informações referente ao volume de água utilizado e a produção do moinho nas condições em que foram retiradas as amostras.

ConclusõesRedução Teor de Areia

Os resultados indicam que, aproximadamente, 98,33% da areia contida nos cavacos foi retirada junto com a mucilagem no moinho desfibrador. O moinho repassador também concorre para a redução do teor de areia na massa seca, no entanto, baseados nos resultados obtidos no teste, não recomendamos a utilização de moinho repassador para esta função isoladamente, uma vez que o resultado médio das análises de teor de areia realizadas sistematicamente em Camaçari na fibra proveniente da U-27, está dentro dos parâmetros exigidos para fabricação de celulose, ou seja, a 0,1%

Redução do Teor de Mucilagem

Os resultados demonstram que nas condições em que foram realizados os testes, o moinho repassador reduziu o teor de mucilagem na fibra em aproximadamente 10,0%, não utilizando-se água no moinho, e 15,3% com a inclusão de aproximadamente 14,4 m³/nr de água no moinho.

Convém lembrar que os testes foram realizados a partir de dezembro, época de condições climáticas menos favoráveis, quando as folhas se apresentam com teor de umidade abaixo da média.

No entanto, pelos resultados operacionais obtidos na U-27, sabemos hoje que apenas a manutenção dos moinhos desfibradores em boas condições de operação, permite a obtenção de fibra com o teor de mucilagem em torno de 20%. Temos também expectativa que a introdução de melhorias na concepção/operação do moinho desfibrador poderá reduzir ainda mais o teor de mucilagem e cavacos na fibra, este último atualmente em torno de 2,2% na fibra produzida na U-27, valor este bem inferior ao encontrado em Paracatú.

3.14.1.4 - Desenvolvimento

Equipamento

O moinho repassador utilizado no teste é do tipo MVK-900, similar aos utilizados na U-31 em Paracatú como moinho desfibrador.

A fôlga entre os martelos e a camisa do moinho foi em média 13mm, e a ovalização em torno de 4mm.

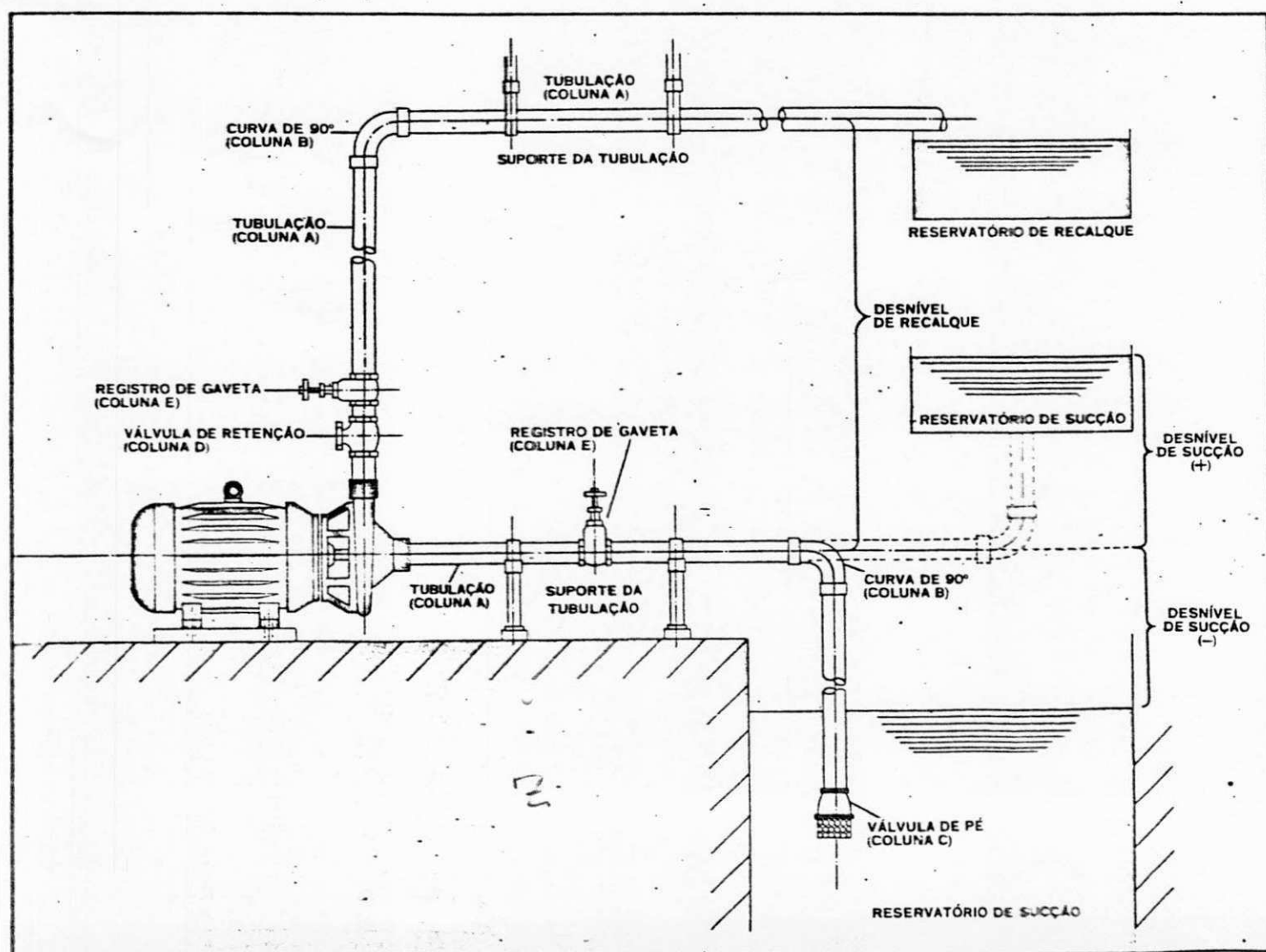
Teste

A água utilizada no teste foi lançada através de chuveiro à uma distância de 25cm sobre a esteira de fibra na alimentação do repassador, com pressão de aproximadamente $1\text{Kg}/\text{cm}^2$.

Foram realizados 3 testes de capacidade estabelecendo-se a produção média em torno de 3.200 kg/h de fibra repassada, equivalente a:

$$3.200 \times (1-0,19) \times (1-0,73) = 700,0 \text{ kg/h. de fibra pura.}$$

Nestas condições, o motor de 75 c.v. do moinho operou com 90 A, ou seja, cerca de 90% de sua capacidade.



3.14.3 - Teste com Moinho Repassador na U-31 (Paracatú)

Principais Parâmetros a Serem Levantados

- 3.14.3.1 - Retirar amostras de fibra antes do moinho repassador , determinando umidade e teor de mucilagem;
- 3.14.3.2 - Idem, idem, após moinho repassador;
- 3.14.3.3 - Repetir a retirada de amostras antes e após moinho repassador, utilizando água;
- 3.14.3.4 - Verificar a influência de água no moinho repassador de terminando as vazões utilizadas o teor na fibra e teor de fibra na mucilagem;
- 3.14.3.5 - Determinar a capacidade em kg/h em teste com duração mínima de 30 minutos;
- 3.14.3.6 - Retirar amostras da mucilagem no moinho desfibrador e determinar umidade e teor da fibra;
- 3.14.3.7 - Idem, idem, no moinho repassador;
- 3.14.3.8 - Anotar dados importantes como embuchamentos, variação de rotação no repassador, etc;
- 3.14.3.9 - Dimensionamento de tubulações de recalque e sucção;
- 3.14.3.10- Balanço de energia elétrica da Usina-23

Deseja-se transportar um volume de $20 \text{ m}^3/\text{h}$ de um reservatório situado a 2m abaixo da linha de centro da bomba, para um outro reservatório situado a 50 m de altura. Para este transporte escolnemos para a sucção 10m de tubulação de 2 1/2" e para o recalque 60m de tubulação de 2". Qual é a altura manométrica total

ã qual a bomba EABLOC deverá atender?

1 - Vazão desejada: $20 \text{ m}^3/\text{h}$

2 - Altura manométrica de sucção:

	<u>Coluna</u>
- Desnível de sucção:	$2,0 = 2,00 \text{ m}$
- 10m de tubulação de $\emptyset 2 \frac{1}{2}''$	$10 \cdot \frac{5,7}{100} = 0,57 \text{ A}$
- 1 curva de pé $2 \frac{1}{2}'' =$	$1 \times 0,1 = 0,10 \text{ B}$
- 1 válvula de pé $2 \frac{1}{2}'' =$	$1 \times 0,60 = 0,60 \text{ C}$
- 1 Registro de gaveta $\emptyset 2 \frac{1}{2}''$:	$1 \times 0,15 = 0,15 \text{ E}$
	<u>3,42</u>

3 - Altura manométrica de recalque:

	<u>Coluna</u>
- Desnível de recalque : $50,0$	$50,0 \text{ m}$
- 60m de tubulação de $\emptyset 2$: $\frac{60 \times 215}{100} =$	$12,9 \text{ m} \dots \text{A}$
- 3 cargas de $90^\circ \emptyset 2''$: $3 \times 0,3 =$	$0,9 \text{ m} \dots \text{B}$
- 1 válvula de retenção $\emptyset 2''$:	$1 \times 0,40 = 0,40 \text{ m} \dots \text{C}$
- 1 Registro de gaveta $\emptyset 2''$:	$1 \times 0,40 = 0,40 \text{ m} \dots \text{D}$
	<u>64,9 m</u>

4 - Altura manométrica total =

$$3,42 + 64,9 = 68,32 \text{ m}$$

A bomba a ser escolhida deverá atender portanto a uma altura manométrica total de $68,32 \text{ m}$ com uma vazão de $20 \text{ m}^3/\text{h}$. A ETABLOC que atende a esta condição é a 32-200-1 com um rotor de 203 mm de diâmetro, acoplado a um motor de 10 CV (segundo o catálogo do fabricante).

Legenda

- Coluna A = Tubulação
 " B = Curva de 90°
 " C = Válvula de pé
 " D = Válvula de retenção.

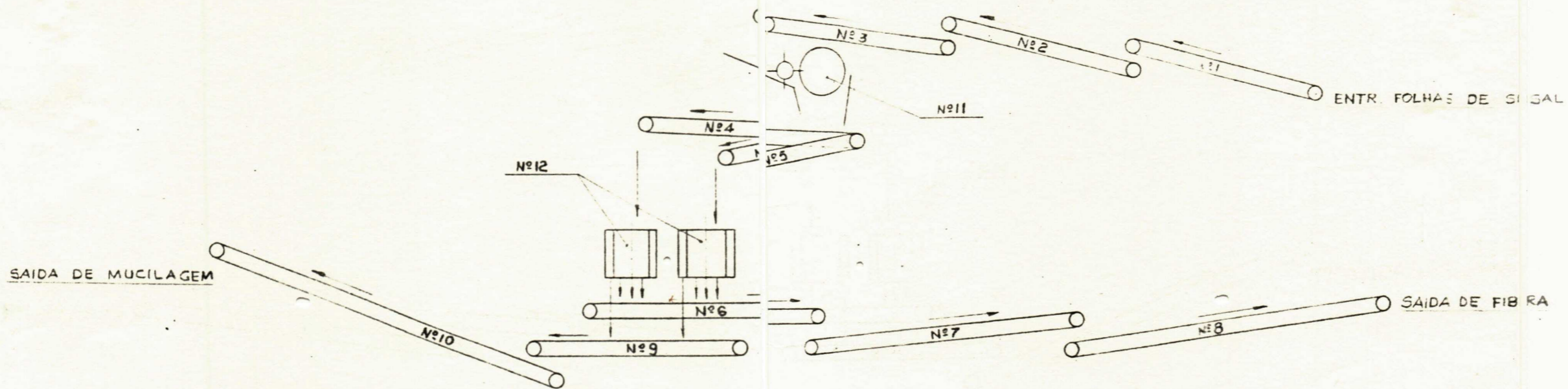
- Coluna E = Registro de ga
- As perdas de pressão estão expressãs em metros por 100m para tubulação de ferro fundido ou galvanizado (Coluna A) e, em metros (Colunas B, C,D,E).

3.14.3 - Teste com moinho na Usina 31 (Paracatú)

3.14.4 - Fluxograma da Usina 31

3.15 - Conclusão

Com a conclusão deste Relatório fica demonstrado a importância e validade do estágio, pois é por meio do mesmo que adquirimos conhecimentos em termos práticos e onde todo aluno tem a oportunidade de relacionar a teoria com a prática e desenvolver pesquisas, e adquirir experiência profissional.



12	MOINHOS DESFIBRADORES DE MARTELOS		
11	CORTADEIRA MULTILAMINAS COM UM EIXO		
10	TRANSP. DE CORREIA CONCAVA	30"	10ml
9	TRANSP. DE CORREIA CONCAVA	24"	5ml
8	TRANSP. DE CORREIA PLANA	30"	10ml
7	TRANSP. DE CORREIA PLANA	36"	8ml
6	TRANSP. DE CORREIA PLANA	36"	7ml
5	TRANSP. DE CORREIA CONCAVA	24"	5ml
4	TRANSP. DE CORREIA CONCAVA	24"	5ml
3	TRANSP. DE CORREIA PLANA	78"	4ml
2	TRANSP. DE CORREIA PLANA	78"	4ml
1	TRANSP. DE CORREIA PLANA	78"	4ml
Nº	EQUIPAMENTO	LARGURA	COMPRIM.

C.C.B. COMPANHIA DE CELULOSE DA BAHIA
FLUXOGRAMA DA USINA 31
 DESENHO - *[Signature]* 3-12-81 ESCALA
 VERIFICADO - *[Signature]*
 APROVAÇÃO - *[Signature]*
 06 00 21 01 00