

Bombas Hidráulicas

As bombas são utilizadas nos circuitos hidráulicos, para converter energia mecânica em energia hidráulica.

A ação mecânica cria um vácuo parcial na entrada da bomba, o que permite que a pressão atmosférica force o fluido do tanque, através da linha de sucção, a penetrar na bomba.

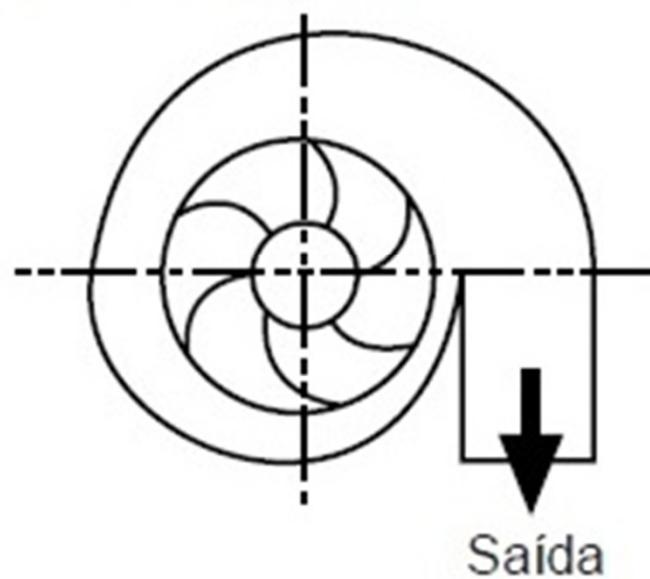
A bomba passará o fluido para a abertura de descarga, forçando-o através do sistema hidráulico.

As bombas são classificadas, basicamente, em dois tipos: hidrodinâmicas e hidrostáticas.

Hidrostática = deslocamento positivo



Hidrodinâmica = deslocamento não-positivo

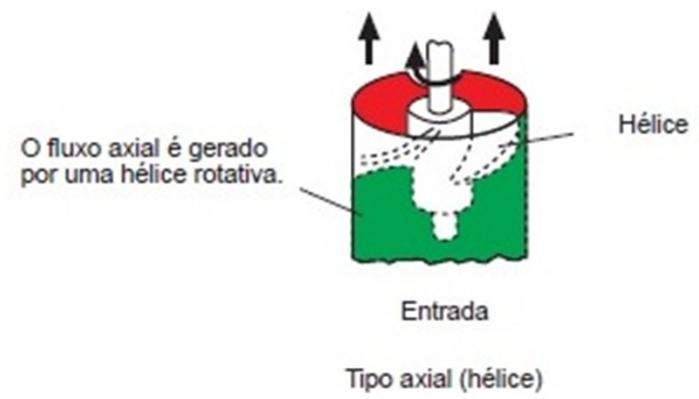
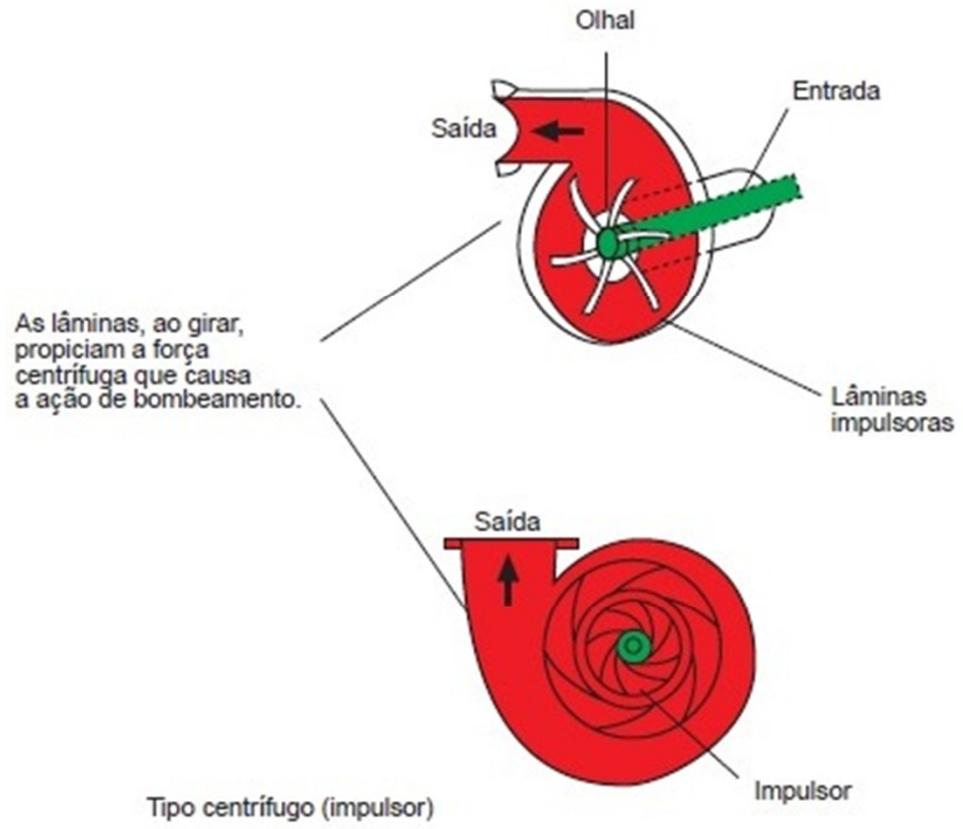


Bombas Hidrodinâmicas

São bombas de deslocamento **não-positivo**, usadas para transferir fluidos e cuja única resistência é a criada pelo peso do fluido e pelo atrito.

Essas bombas raramente são usadas em sistemas hidráulicos, porque seu poder de deslocamento de fluido se reduz quando aumenta a resistência e também porque é possível bloquear-se completamente seu pórtico de saída em pleno regime de funcionamento da bomba.

Bombas Hidrodinâmicas



Bombas Hidrostáticas

São bombas de deslocamento **positivo**, que fornecem determinada quantidade de fluido a cada rotação ou ciclo.

Como nas bombas hidrostáticas a saída do fluido independe da pressão, com exceção de perdas e vazamentos, praticamente todas as bombas necessárias para transmitir força hidráulica em equipamento industrial, em maquinaria de construção e em aviação são do tipo hidrostático.

As bombas hidrostáticas produzem fluxos de forma pulsativa, porém sem variação de pressão no sistema.

Especificação de Bombas

As bombas são, geralmente, especificadas pela capacidade de pressão máxima de operação e pelo seu deslocamento, em litros por minuto, em uma determinada rotação por minuto.

Operação no Lado de Sucção da Bomba

Quando uma bomba não está em operação, o lado de sucção do sistema está em equilíbrio. A condição de "sem fluxo" existe e é indicada pelo diferencial de pressão zero entre a bomba e a atmosfera.

Para receber o suprimento de líquido até o rotor, a bomba gera uma pressão menor do que a pressão atmosférica. O sistema fica desbalanceado e o fluxo ocorre.

Bombas de Engrenagem

A bomba de engrenagem consiste basicamente de uma carcaça com orifícios de entrada e de saída, e de um mecanismo de bombeamento composto de duas engrenagens. Uma das engrenagens, a engrenagem motora, é ligada a um eixo que é conectado a um elemento acionador principal. A outra engrenagem é a engrenagem movida.

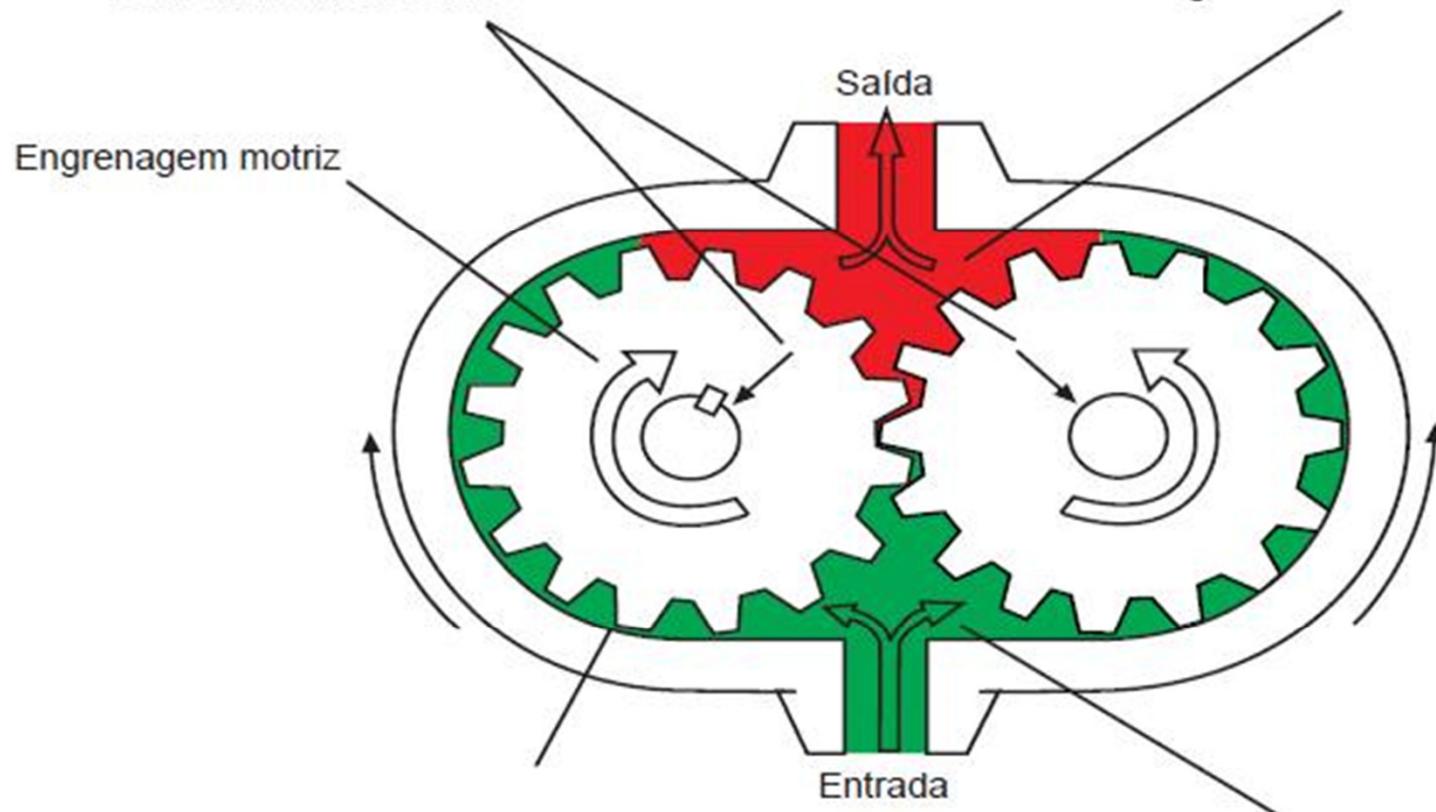
Como funciona uma Bomba de Engrenagem

No lado da entrada, os dentes das engrenagens desengrenam, o fluido entra na bomba, sendo conduzido pelo espaço existente entre os dentes e a carcaça, para o lado da saída onde os dentes das engrenagens engrenam e forçam o fluido para fora do sistema.

Uma vedação positiva neste tipo de bomba é realizada entre os dentes e a carcaça, e entre os próprios dentes de engrenamento. As bombas de engrenagem têm geralmente um projeto não compensado.

4. A pressão de saída, atuando contra os dentes, causa uma carga não-balanceada nos eixos, como indicam as setas.

3. O óleo é forçado para a abertura de saída quando os dentes se engrenam novamente.

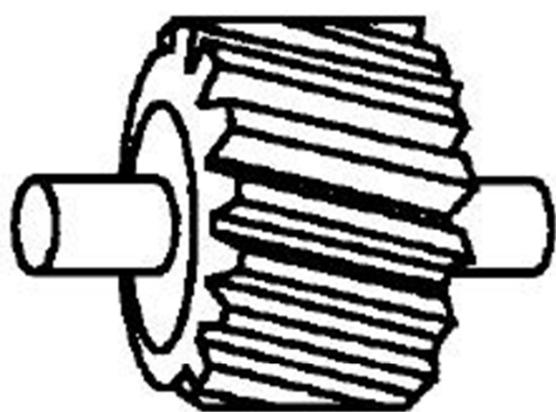


2. O óleo é transportado através da carcaça em câmaras formadas entre os dentes, a carcaça e as placas laterais.

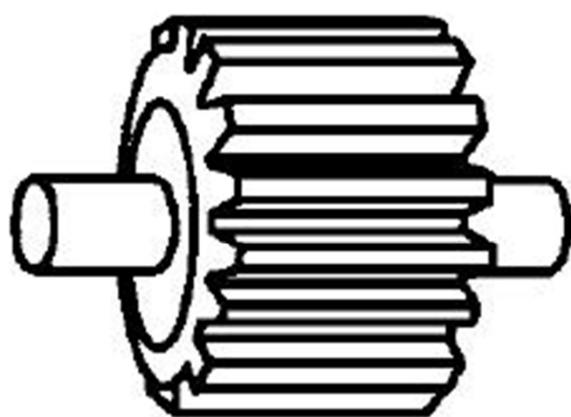
1. O vácuo é criado aqui quando os dentes se desengrenam. O óleo é sugado do reservatório.

Bomba de Engrenagem Externa

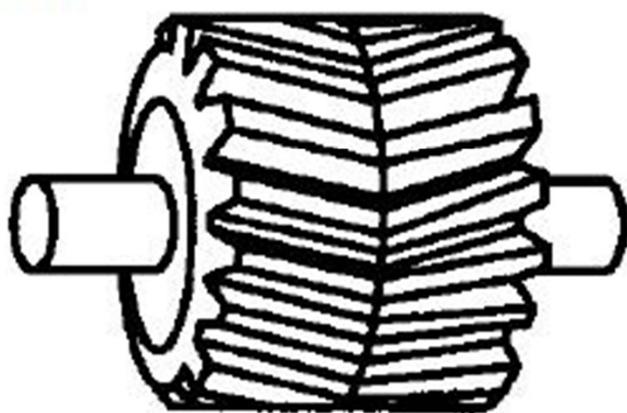
A bomba de engrenagem que foi descrita no slide anterior é uma bomba de engrenagem externa, isto é, ambas as engrenagens têm dentes em suas circunferências externas. Estas bombas são às vezes chamadas de bombas de dentes-sobre-dentes. Há basicamente três tipos de engrenagens usadas em bombas de engrenagem externa; as de engrenagens de dentes retos, as helicoidais e as que têm forma de espinha de peixe. Visto que as bombas de engrenagem de dentes retos são as mais fáceis de fabricar, este tipo de bomba é o mais comum.



engrenagem
helicoidal



engrenagem de
dentes retos



engrenagem em forma de espinha de peixe

Bomba de Engrenagem Interna

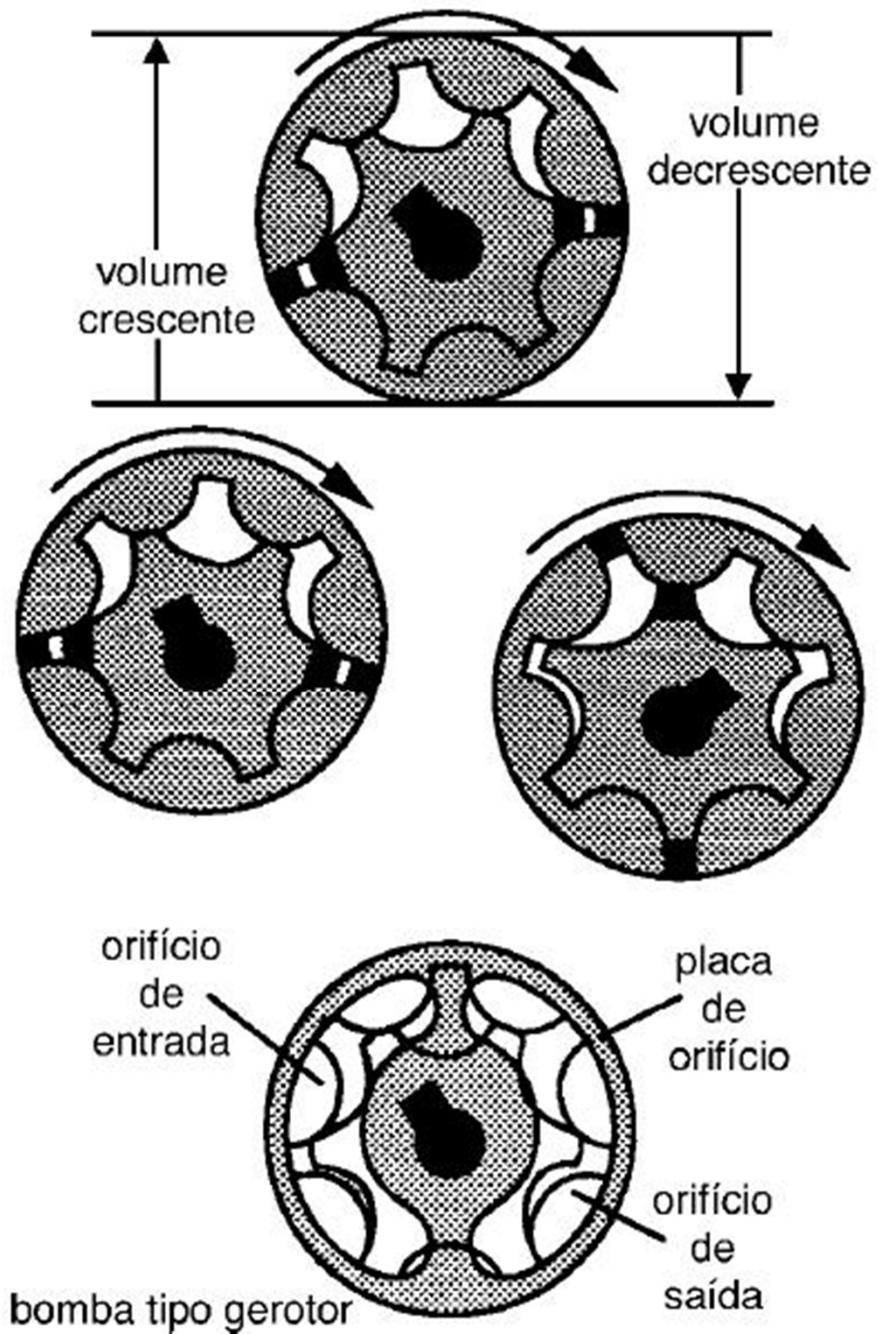
Uma bomba de engrenagem interna consiste de uma engrenagem externa cujos dentes se engrenam na circunferência interna de uma engrenagem maior. O tipo mais comum de bomba de engrenagem interna nos sistemas industriais é a bomba tipo gerotor.

Bomba Tipo Gerotor

A bomba tipo gerotor é uma bomba de engrenagem interna com uma engrenagem motora interna e uma engrenagem movida externa. A engrenagem interna tem um dente a menos do que a engrenagem externa.

Enquanto a engrenagem interna é movida por um elemento acionado, ela movimentada a engrenagem externa maior. De um lado do mecanismo de bombeamento forma-se um volume crescente, enquanto os dentes da engrenagem desengrenam. Do outro lado da bomba é formado um volume decrescente.

O fluido que entra no mecanismo de bombeamento é separado do fluido de descarga por meio de uma placa de abertura. Enquanto o fluido é impelido da entrada para a saída, uma vedação positiva é mantida, conforme os dentes da engrenagem interna seguem o contorno do topo das cristas e vales da engrenagem externa.



<https://www.youtube.com/watch?v=34IAoKziydU>

Volume Variável de uma Bomba de Engrenagem

O volume que sai de uma bomba de engrenagem é determinado pelo volume de fluido que cada dente de engrenagem desloca multiplicado pela rpm.

Conseqüentemente, o volume que sai das bombas de engrenagem pode ser alterado pela substituição das engrenagens originais por engrenagens de dimensões diferentes, ou pela variação da rpm.

As bombas de engrenagens, quer de variedade interna ou externa, não podem ser submetidas à variação no volume deslocado enquanto estão operando. Nada pode ser feito para modificar as dimensões físicas de uma engrenagem enquanto ela está girando.

Um modo prático, então, para modificar o fluxo de saída de uma bomba de engrenagem é modificar a taxa do seu elemento acionador. Isso pode muitas vezes ser feito quando a bomba está sendo movida por um motor de combustão interna. Também pode ser realizado eletricamente, com a utilização de um motor elétrico de taxa variável.

Informações para instalação de Bombas de Engrenagem

Fluidos recomendados:

O fluido deve ter viscosidade de operação na faixa de 80 a 100 SSU (Segundo Saybolt Universal).

Máxima viscosidade para início de funcionamento 4000 SSU.

Filtragem:

Para uma maior vida útil da bomba e dos componentes do sistema, o fluido não deverá conter mais que 125 partículas maiores de 10 microns por milímetro de fluido (classe SAE 4).

Fluidos compatíveis:

Fluidos à base de petróleo, Água glicol, Emulsão água-óleo, Fluido de transmissão, Óleo mineral.

Bombas de Palheta

As bombas de palheta produzem uma ação de bombeamento fazendo com que as palhetas acompanhem o contorno de um anel ou carcaça.

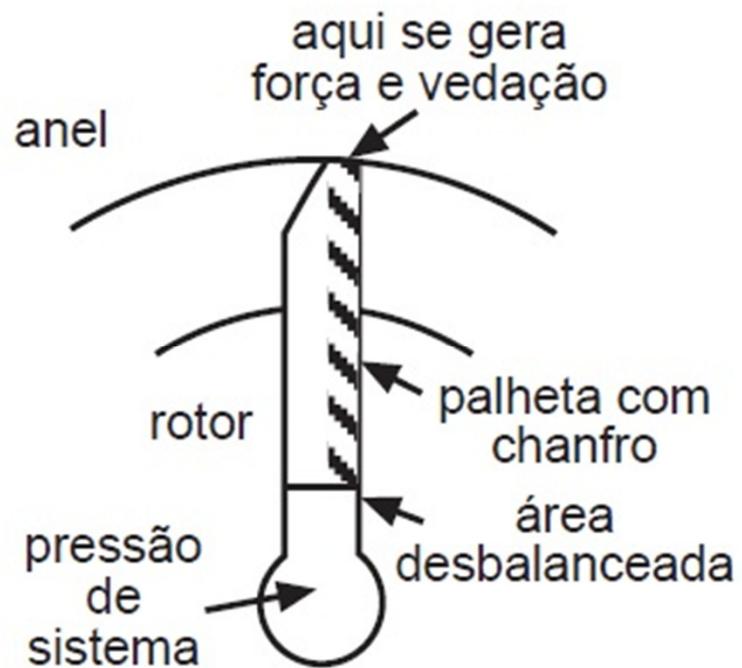
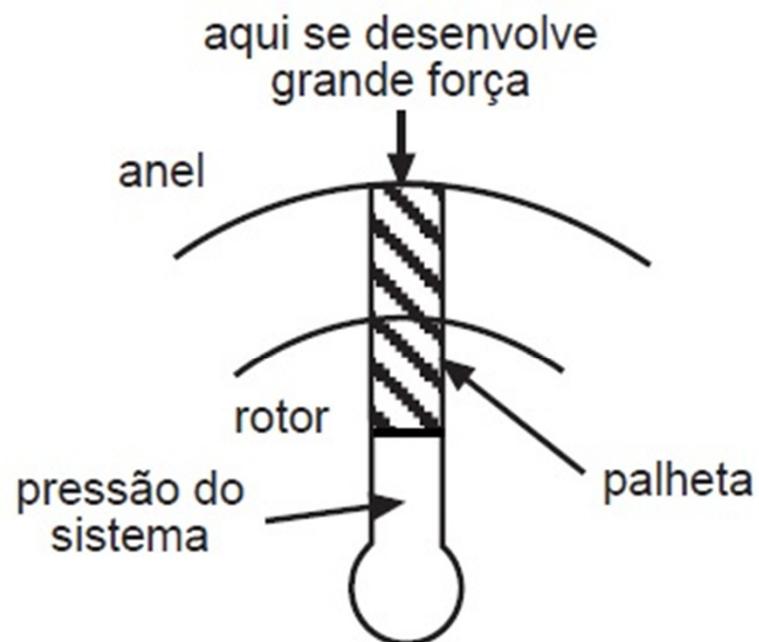
O mecanismo de bombeamento de uma bomba de palheta consiste de: rotor, palhetas, anel e uma placa de orifício com aberturas de entrada e saída.

Video: <https://www.youtube.com/watch?v=yQnMiwRh3CU>

Carregamento de Palheta

Antes que uma bomba de palheta possa operar adequadamente, um selo positivo deve existir entre o topo da palheta e o anel. Quando uma bomba de palheta é ligada, pode-se contar com uma força de inércia para “arremessar” as palhetas e conseguir a vedação. É por esta razão que a velocidade mínima de operação, para a maior parte da bombas de palheta, é de 600 rpm.

Logo que uma bomba for girada e a pressão do sistema começar a crescer, deve ocorrer uma vedação mais justa para que o vazamento não aumente em direção ao topo da palheta. Para gerar uma vedação melhor a pressões mais altas, as bombas de palheta industriais direcionam a pressão do sistema para o lado inferior da palheta. Com esse arranjo, quanto mais alta for a pressão do sistema, mais força será desenvolvida para empurrar contra o anel.



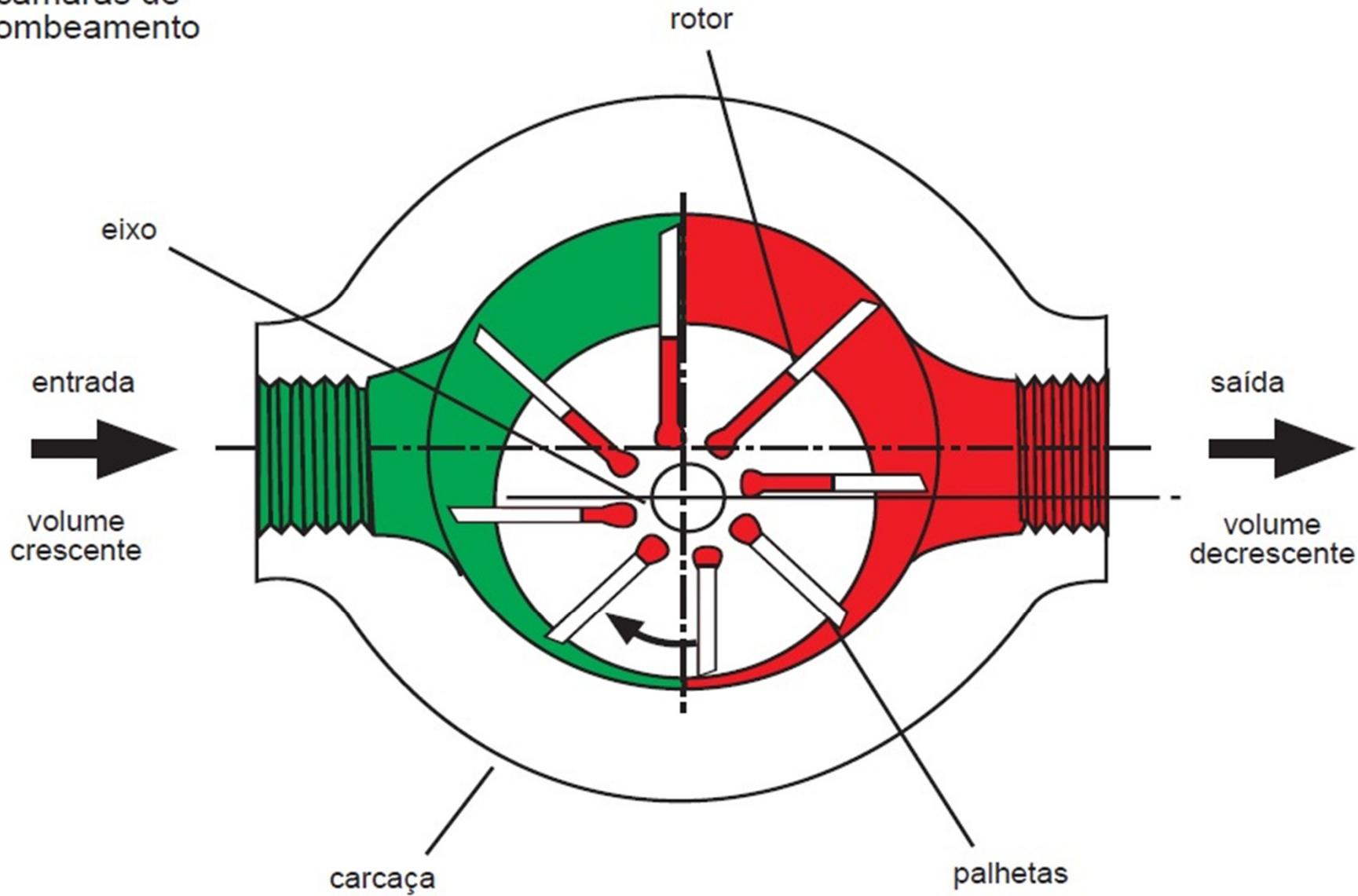
Como trabalha uma Bomba de Palheta

O rotor de uma bomba de palheta suporta as palhetas e é ligado a um eixo que é conectado a um acionador principal. À medida que o rotor é girado, as palhetas são “expulsas” por inércia e acompanham o contorno do cilindro (o anel não gira).

Quando as palhetas fazem contato com o anel, é formada uma vedação positiva entre o topo da palheta e o anel.

O rotor é posicionado fora do centro do anel. Quando o rotor é girado, um volume crescente e decrescente é formado dentro do anel. Não havendo abertura no anel, uma placa de entrada é usada para separar o fluido que entra do fluido que sai. A placa de entrada se encaixa sobre o anel, o rotor e as palhetas.

câmaras de bombeamento



rotor

eixo

entrada

volume crescente

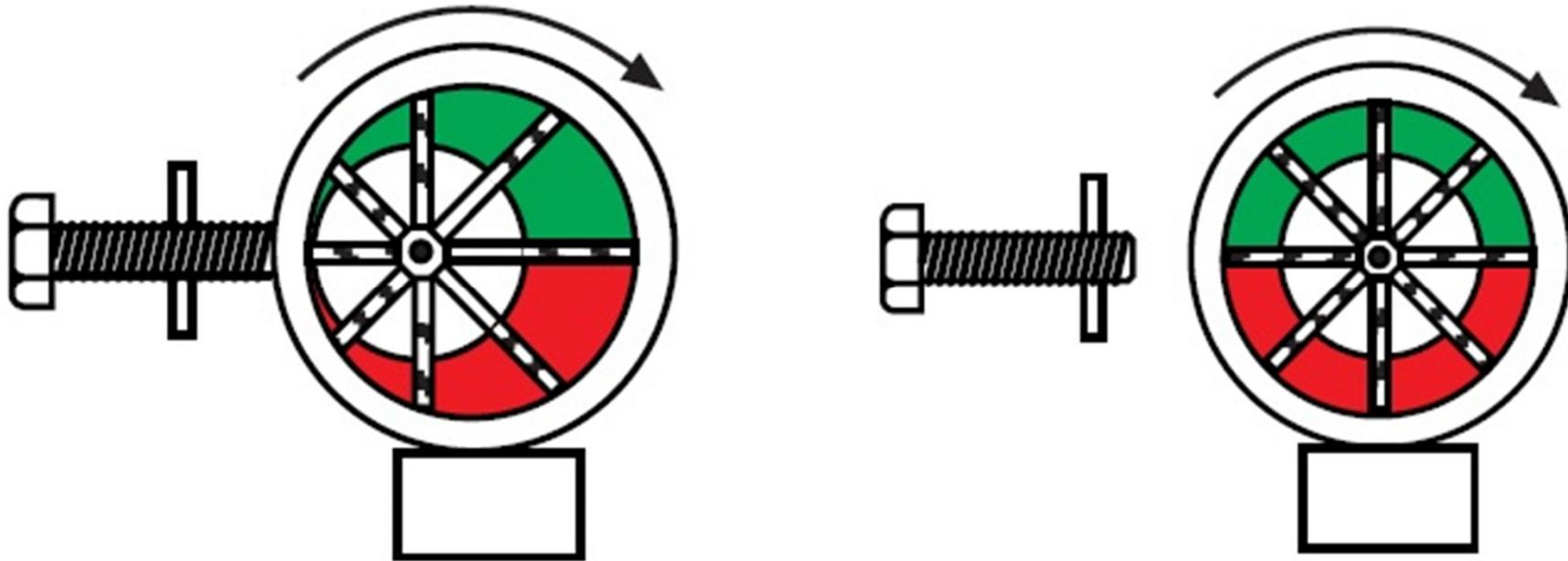
saída

volume decrescente

carcaça

palhetas

Bomba de Palheta com Volume Variável



Com o parafuso regulado, o anel é mantido fora do centro com relação ao rotor. Quando o rotor é girado, um volume de fluxo é gerado, ocorrendo o bombeamento.

Recuando-se o parafuso de regulagem há uma redução da excentricidade do anel em relação ao rotor e, conseqüentemente, redução do volume de óleo bombeado. Com o parafuso todo recuado o anel está centrado e o deslocamento da bomba é nulo.

Partida – Bomba de Palheta

Antes de dar partida à bomba, os seguintes itens devem ser verificados:

- O sentido de rotação do motor deve estar de acordo com o sentido de rotação indicado no código existente na plaqueta de identificação da bomba.
- Eixos estriados devem ser lubrificados com graxa anticorrosiva ou lubrificante similar.
- A carcaça da bomba deve ser enchida com óleo.
- Nunca deve ser dada partida à bomba seca ou fazê-la funcionar sem óleo.

Partida – Bomba de Palheta

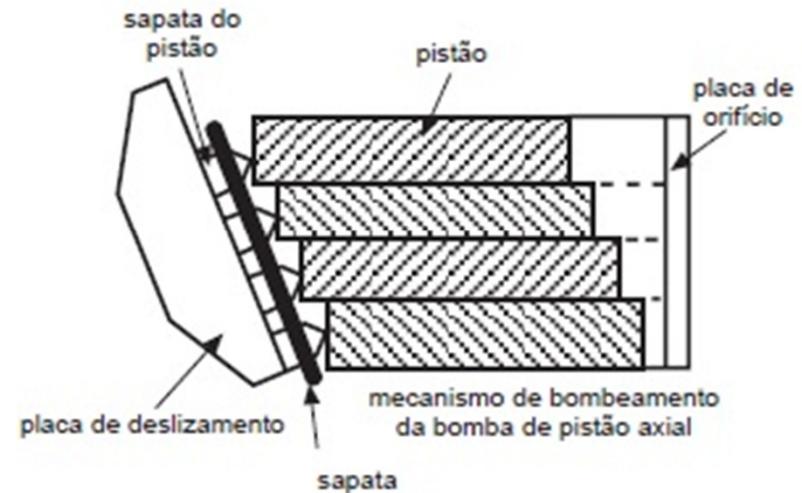
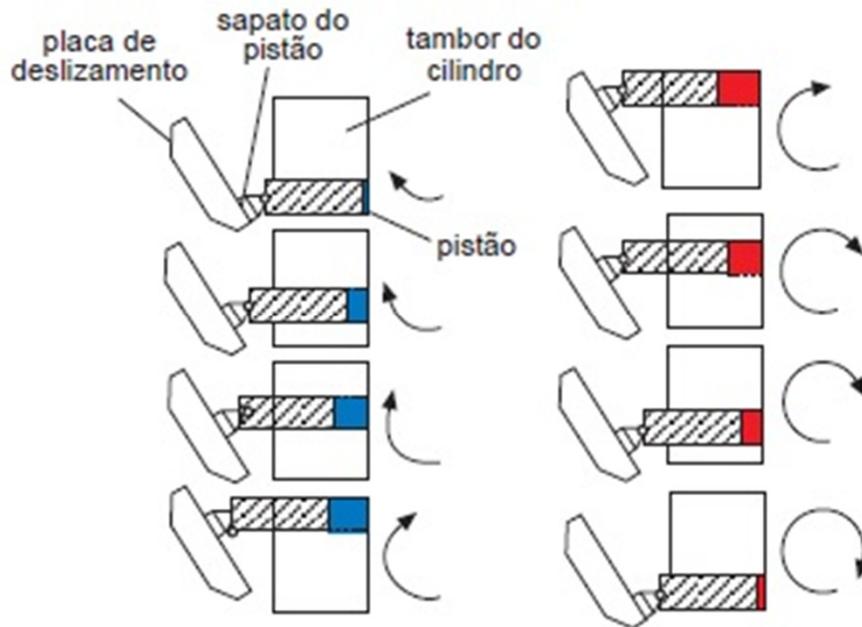
- As conexões de entrada e saída de óleo devem estar apertadas e instaladas adequadamente.
- Todos os parafusos e flanges de fixação devem estar apertados e alinhados.
- Durante a partida, a válvula de alívio do sistema deve ter a pressão reduzida, preferencialmente na regulagem mínima.
- Na partida, inicie a bomba pelo procedimento de ligar-desligar-ligar, até que se inicie a sucção e fluxo normal.

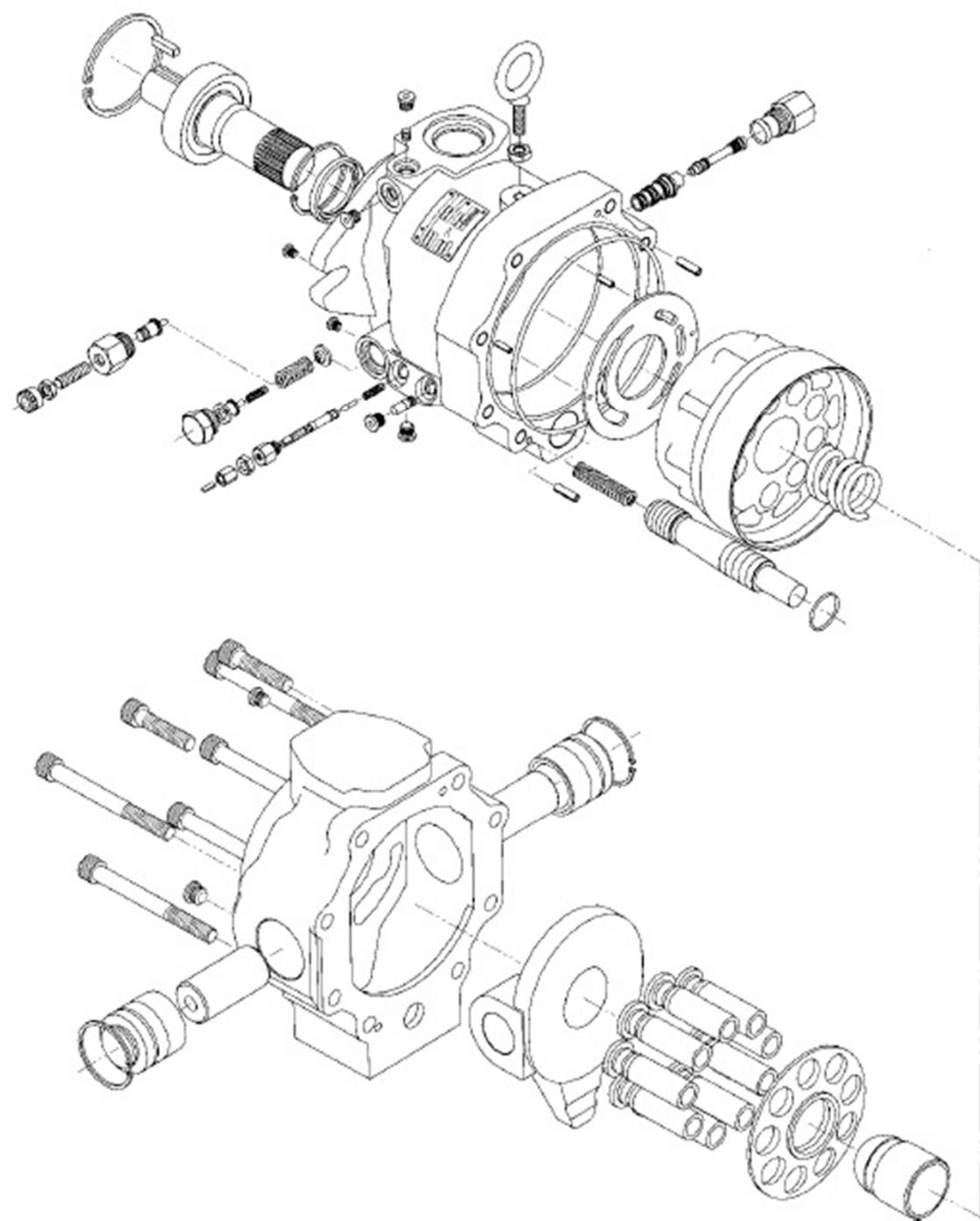
Sangrar o ar do sistema até que um fluxo constante de óleo seja observado.

Bomba de Pistão

As bombas de pistão geram uma ação de bombeamento, fazendo com que os pistões se alterem dentro de um tambor cilíndrico.

O mecanismo de bombeamento de uma bomba de pistão consiste basicamente de um tambor de cilindro, pistões com sapatas, placa de deslizamento, sapata, mola de sapata e placa de orifício.

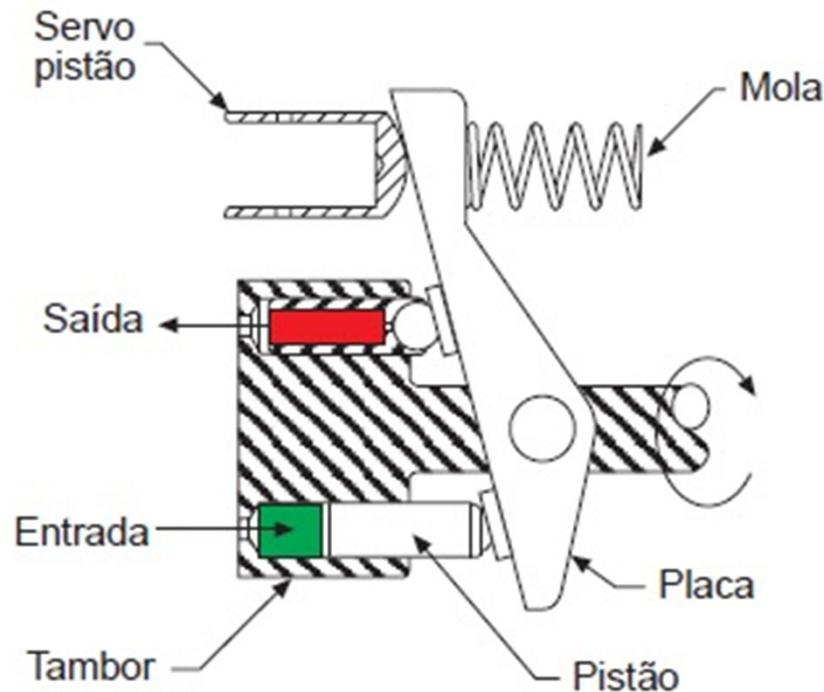




Bombas de Pistão Axial de Volume Variável

O deslocamento da bomba de pistão axial é determinado pela distância que os pistões são puxados para dentro e empurrados para fora do tambor do cilindro.

Visto que o ângulo da placa de deslizamento controla a distância em uma bomba de pistão axial, nós devemos somente mudar o ângulo da placa de deslizamento para alterar o curso do pistão e o volume da bomba.

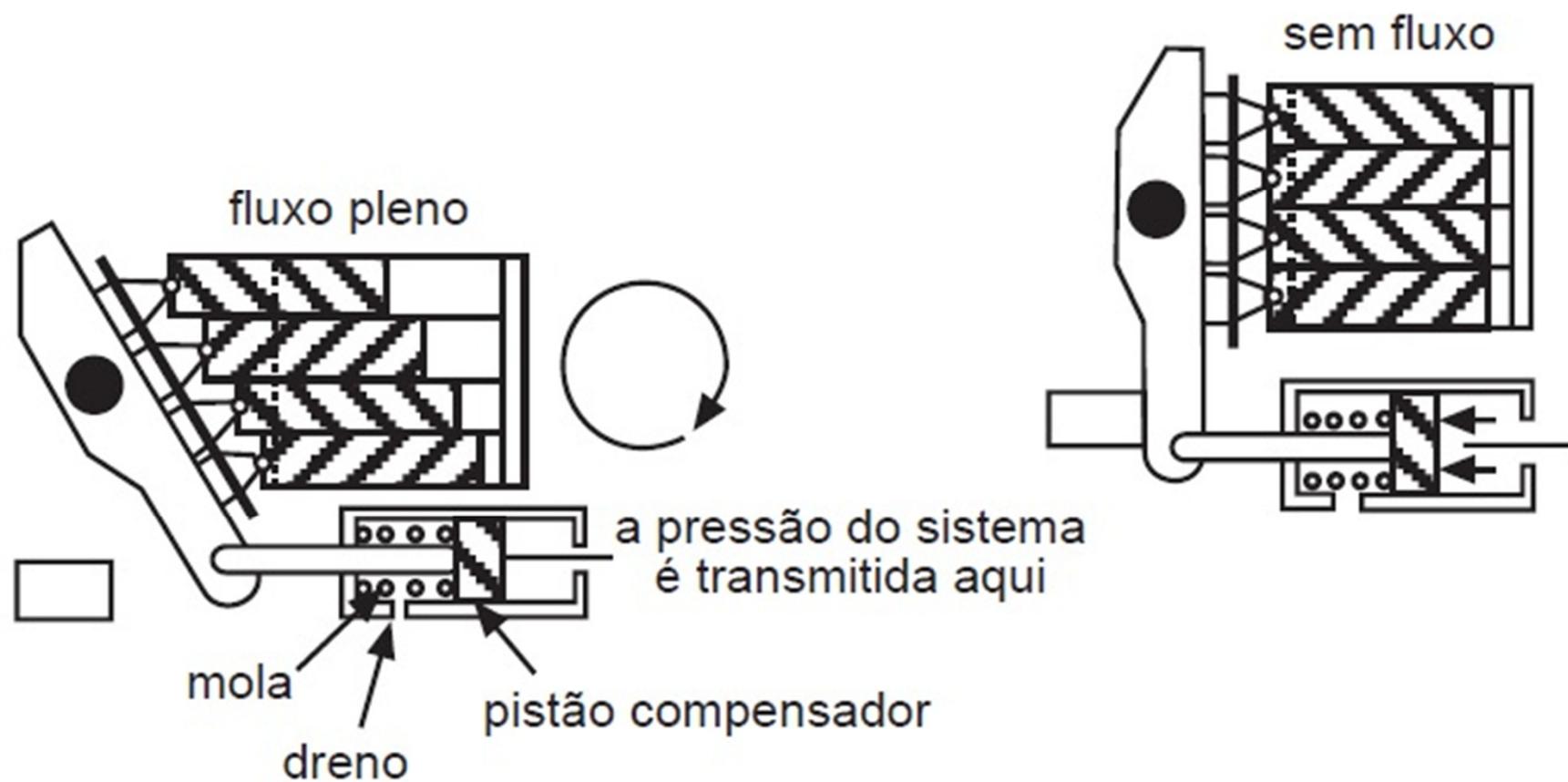


Bombas de Pistão Axial de Pressão Compensada

As bombas de pistão axial podem também ser feitas com pressão compensada. A placa de deslizamento das bombas está conectada a um pistão que sente a pressão do sistema.

Quando a pressão do sistema fica mais alta do que a da mola que comprime o pistão do compensador, o pistão movimenta a placa de deslizamento.

Quando esta atinge o limitador mecânico, o seu centro fica alinhado com o tambor do cilindro. Os pistões não se alternam no sistema do cilindro. Isso resulta em ausência de fluxo no sistema.



Bombas de Pistão Axial Reversíveis

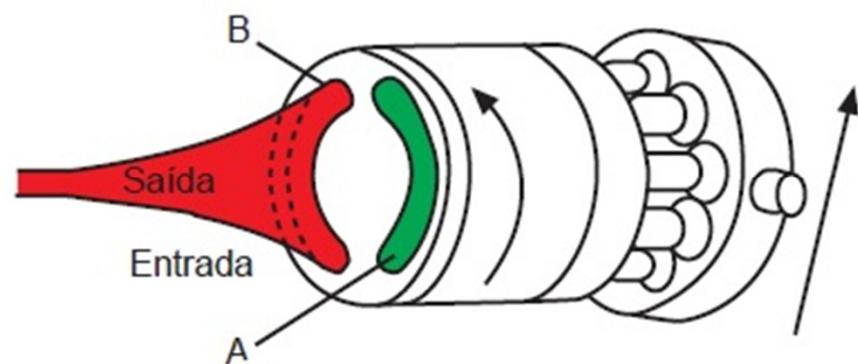
Como foi ilustrado, o deslocamento de uma bomba de pistão axial e, conseqüentemente, o seu volume de saída, podem ser variados modificando-se o ângulo da placa de deslizamento.

Foi também mostrado que a bomba não desenvolverá fluxo quando a placa de deslizamento estiver em posição coaxial com o tambor do cilindro.

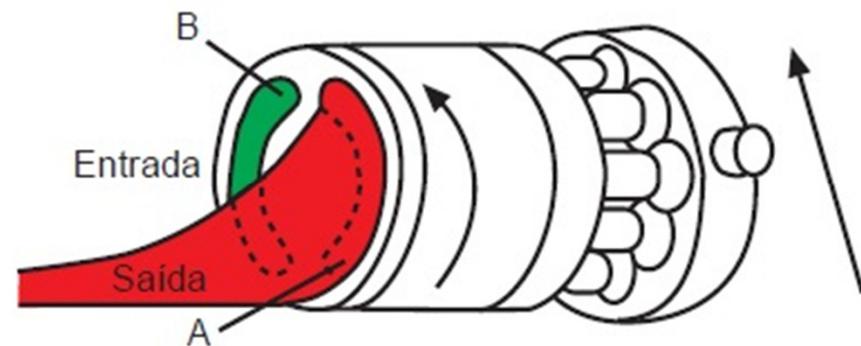
Algumas placas de deslizamento de bombas de pistão axial têm a capacidade de inverter o ângulo de trabalho. Isto faz com que volumes crescentes e decrescentes sejam gerados nos orifícios opostos. Há reversão de fluxo através da bomba.

* As bombas de pistão axial podem ser de deslocamento variável, de pressão compensada ou de deslocamento variável e reversível. Estas combinações também estão disponíveis com as bombas de pistão de projeto radial e de eixo inclinado.

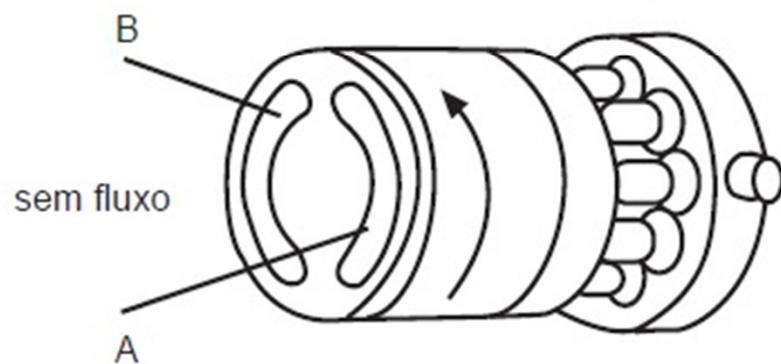
ângulo da placa de deslizamento



ângulo da placa de deslizamento



placa de deslizamento centrada



Eficiência Volumétrica

Enquanto gira a uma velocidade constante, nós geralmente imaginamos que uma bomba de deslocamento positivo libere uma taxa de fluxo constante, seja qual for o sistema de pressão. Isto não é inteiramente verdadeiro.

Quando aumenta a pressão do sistema, aumenta o vazamento interno dos vários mecanismos de bombeamento. Isto resulta num fluxo de saída menor. O grau em que isso acontece é conhecido como eficiência volumétrica.

A expressão que descreve a eficiência volumétrica é:

$$\text{Eficiência Volumétrica (\%)} = \frac{\text{Saída Real} \times 100}{\text{Saída Teórica}}$$

Eficiência Volumétrica

Se uma bomba específica tivesse uma saída teórica de 40 litros/min a 1.200 rpm, mais uma saída real de 36 litros/min a 70 kgf/cm², a eficiência volumétrica seria de 90%.

$$\text{Eficiência Volumétrica (\%)} = \frac{36 \times 100}{40} = 90\%$$

Tipicamente, as bombas de pistão têm uma eficiência volumétrica inicial que alcança 90%.

Os equipamentos de palheta e engrenagem têm uma eficiência volumétrica que varia de 85% a 95%.

Bombas de Pistões Radiais

Neste tipo de bomba, o conjunto gira em um pivô estacionário por dentro de um anel ou rotor.

Conforme vai girando, a força centrífuga faz com que os pistões sigam o controle do anel, que é excêntrico em relação ao bloco de cilindros.

Quando os pistões começam o movimento alternado dentro de seus furos, os pórticos localizados no pivô permitem que os pistões puxem o fluido do pórtico de entrada quando estes se movem para fora, e descarregam o fluido no pórtico de saída quando os pistões são forçados pelo contorno do anel, em direção ao pivô.

