

1

Introdução

O presente trabalho trata do projeto, construção e teste preliminar de um novo compressor rotativo, com a tecnologia Kopelrot.

A tecnologia Kopelrot diz respeito à máquina de deslocamento positivo, utilizada para compressores ou motores de combustão interna, descrita nas seguintes patentes: Kopelowicz (1998, 1999, 2001, 2005, 2008 e 2009).

Essa tecnologia vem sendo desenvolvida há, aproximadamente, 12 anos. Com a capacitação tecnológica adquirida, nova versão do compressor foi projetada, tendo em vista a melhoria do seu desempenho, quanto aos seguintes aspectos: atrito, vazamento interno, resfriamento e nível de vibração.

1.1

Tecnologia Kopelrot

Este compressor possui sistema inovador de deslocamento positivo, composto por corpo cilíndrico e dois deslocadores (ou pistões) que formam duas câmaras concêntricas que se movem em torno de seus eixos, (Fig. 1), conforme apresentado a seguir.

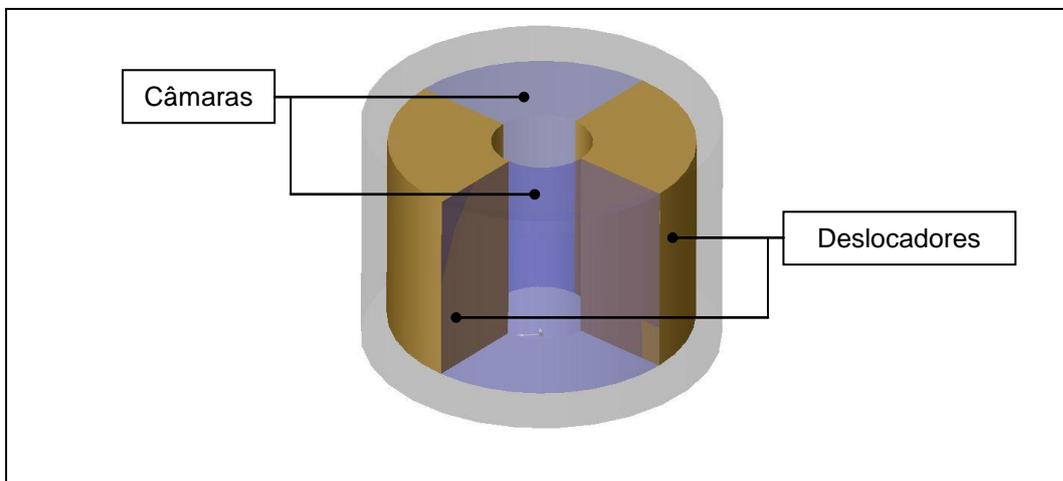


Figura 1 – Modelo simplificado do núcleo do compressor. (Barreto et al., 2004).

O dispositivo Kopelrot é, então, formado por um cilindro de compressão e um sistema de acionamento. O cilindro de compressão é constituído de dois rotores e, em cada rotor, é fixado um deslocador que divide a câmara em duas partes. Esses deslocadores giram concêntricos ao eixo de centro do compressor com velocidades angulares variáveis e defasadas. Quando em operação, os deslocadores ganham um movimento relativo de aproximação e afastamento, fazendo com que as câmaras apresentem variação de volume.

O movimento dos deslocadores se dá por mecanismo de acionamento. Na vista explodida da primeira geração de compressores Kopelrot (Fig. 2), pode-se ver os rotores que formam a câmara com os seus respectivos deslocadores fixados. Cada rotor é acoplado a um braço e, cada braço é acoplado a uma guia. As guias são fixas aos trilhos do volante e se movimenta por translação. O volante é acionado por motor elétrico e, com isso, fornece movimento de rotação para o conjunto de braços e, conseqüentemente, para os rotores.

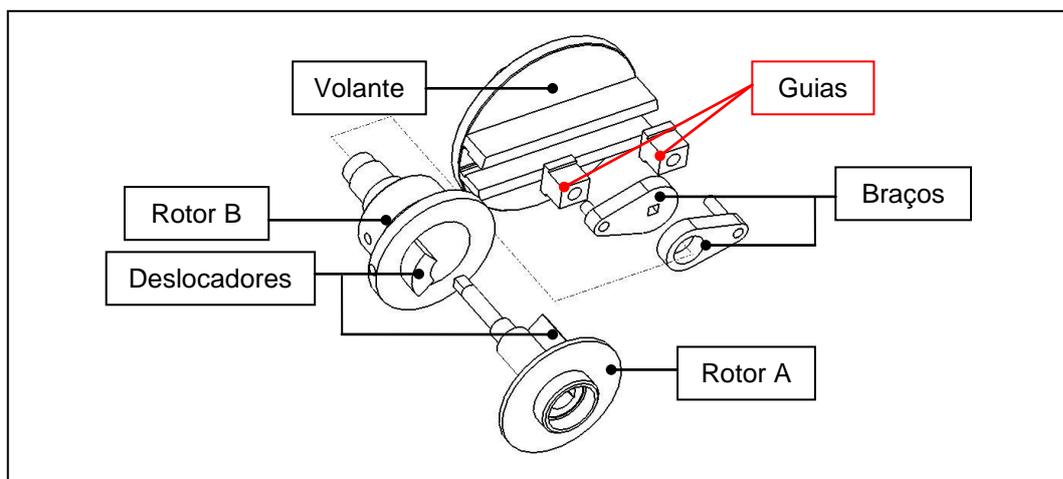


Figura 2 – Vista explodida. (Barreto et al., 2004).

A distância entre o eixo de centro do cilindro de compressão e o eixo de centro do volante faz com que aos rotores sejam impostas velocidades angulares variáveis e defasadas (Fig. 3). A excentricidade entre eixos influencia a razão de compressão e a razão de espaço nocivo do compressor e, igualmente, as posições relativas das portas de entrada e saída do gás.

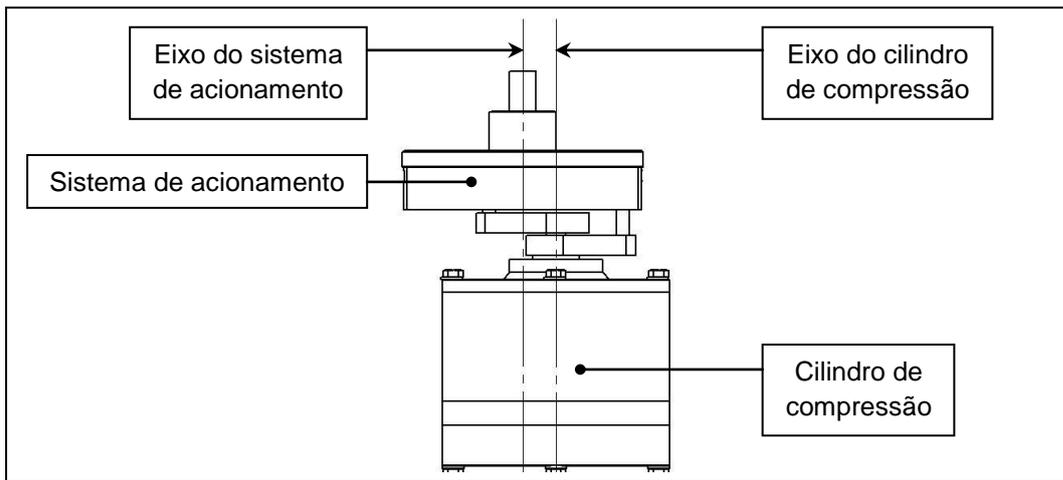


Figura 3 – Conjunto montado. (Barreto et al., 2004).

Quando os eixos estão alinhados, a velocidade de rotação do volante é a mesma dos deslocadores, ou seja, ambos deslocadores giram na mesma velocidade angular, não havendo compressão alguma.

Barreto et al. (2004) apresentam esquema com as posições dos deslocadores e das guias do volante. O esquema compreende uma volta completa do eixo motriz com passo a passo de 45° para os deslocadores (Fig. 4) e para as guias (Fig. 5).

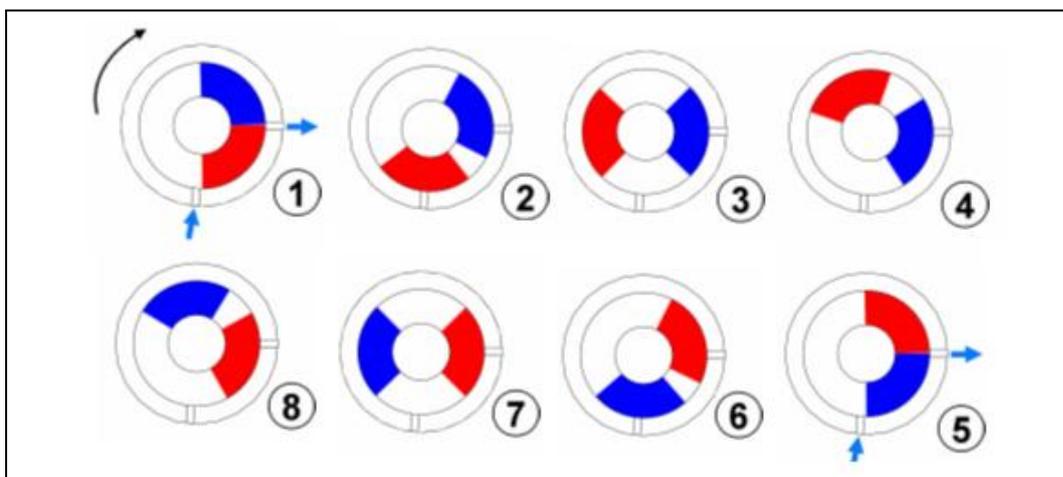


Figura 4 – Funcionamento ao longo de uma volta completa do eixo motriz (passo de 45°). (Barreto et al., 2004).

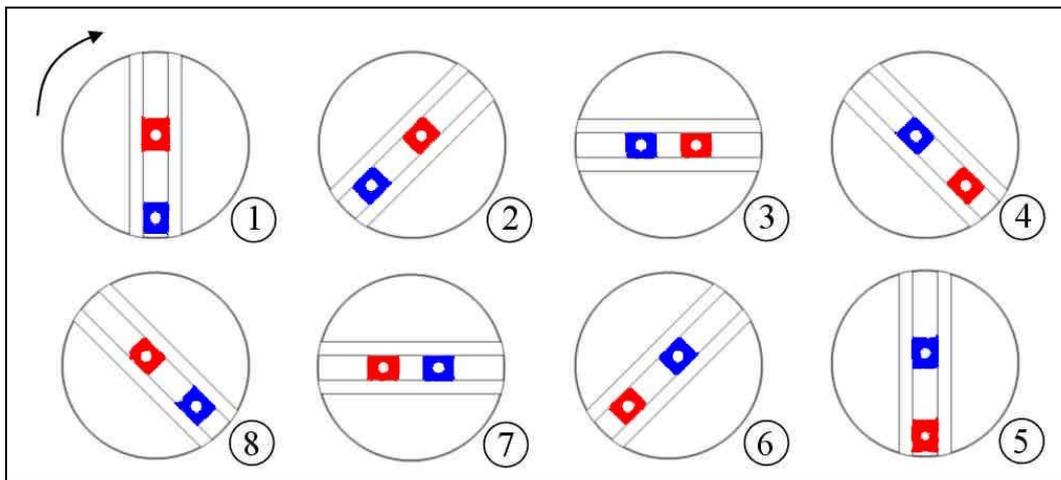


Figura 5 – Movimento das guias ao longo de uma volta completa do eixo motriz (passo de 45°). (Barreto et al., 2004)

Cada desenho do funcionamento dos deslocadores, (Fig. 4) corresponde ao mesmo desenho de número do movimento das guias (Fig. 5). As figuras mostram o movimento de uma volta completa do eixo motriz, no sentido horário, que é equivalente a duas taxas de compressão. Cada deslocador é representado pela guia de mesma cor. No desenho de número 1, os deslocadores encontram-se juntos e as guias separadas na vertical, uma ao centro e outra na extremidade. Isso mostra que uma câmara encontra-se no último estágio da descarga expulsando o gás, enquanto que a outra câmara, com a porta de entrada a 90° no sentido horário, está no estágio de sucção permitindo entrada de ar. No desenho de número 2, os deslocadores continuam com movimento de rotação na câmara, mas começam a se afastar, porque possuem velocidades diferentes, enquanto que as guias começam a se aproximar, também com velocidades diferentes. Isso mostra que uma das câmaras está no estágio de compressão enquanto que a outra, na re-expansão. Resumindo, os desenhos mostram os estágios da câmara, formados pelo movimento dos deslocadores, que são movimentados pelas guias. O desenho de número 5, é a mesma representação do desenho de número 1, com a diferença nas cores dos deslocadores e das guias.

No desenho em corte (Fig. 6), por exemplo, pode-se observar todas as partes que compõem o cilindro de compressão da primeira geração da tecnologia Kopelrot, a saber: rotores, deslocadores, placa de válvulas, carcaça e tampas. O rotor A tem maior diâmetro e está montado no interior do rotor B (Fig. 6). A placa de válvulas está localizada no topo dos deslocadores, fazendo parte da câmara

(parede lateral). A tampa traseira, a placa de válvulas e a carcaça são aparafusadas em conjunto, e a tampa dianteira é aparafusada na carcaça.

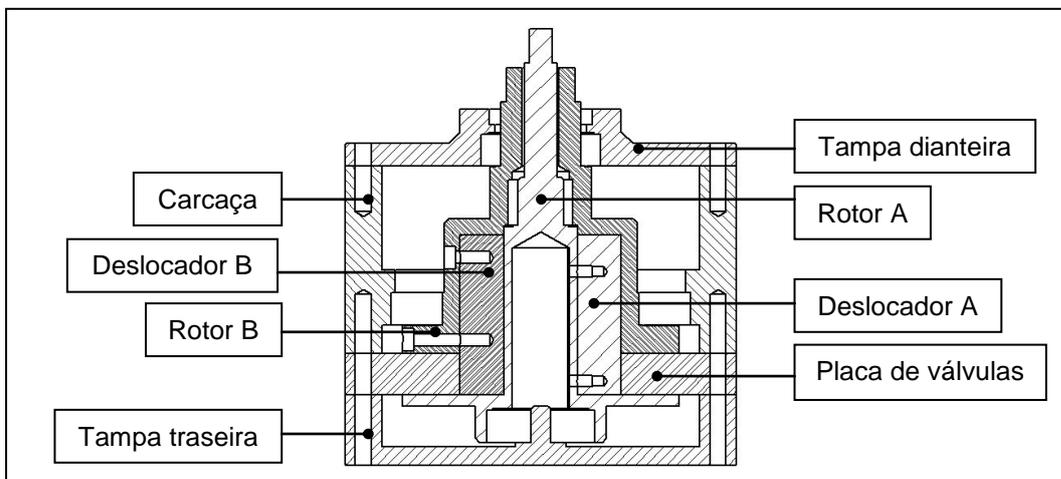


Figura 6 – Vista em corte do compressor. (Barreto et al., 2004).

O novo modelo do compressor Kolperot, desenvolvido e construído no presente trabalho, possui o mesmo princípio de funcionamento do modelo antigo, ou seja, uma câmara com dois deslocadores de velocidade angular variável. Sua geometria e formato sofreram modificações como resultado da experiência adquirida com o modelo anterior.

No cilindro de compressão do compressor Kolperot atual, ao contrário do modelo original (Fig. 6), a dimensão longitudinal do deslocador não é limitada pela placa de válvulas. Os deslocadores são envolvidos pelos rotores em toda sua extensão, propiciando, dessa maneira, maior aproveitamento do volume comprimido. A placa de válvulas, ou de janelas de sucção e descarga, é localizada atrás dos rotores, com as janelas de entrada e saída tendo passagem pela carcaça traseira.

O sistema de acionamento com guias, em relação ao modelo original, foi modificado, praticamente, em sua totalidade. As guias (Fig. 2) foram substituídas por sistema articulado de braços (bielas): os braços em curva e os braços retos principais. O volante foi fabricado com garras ao invés dos trilhos. Descrição detalhada do compressor em estudo é apresentada nos capítulos seguintes.

1.2

Objetivo do trabalho

O objetivo do trabalho é o projeto, construção e teste de um novo protótipo do compressor Kopelrot.

A construção do novo compressor contou com um estudo do que já havia sido publicado sobre ele anteriormente. Com isso, deu-se início ao projeto do novo compressor, que contou com modificações no cilindro de compressão e em seu sistema de acionamento.

1.3

Organização do trabalho

No capítulo 2 são apresentados os resultados, revisão bibliográfica sobre compressores e motores de combustão interna utilizando tecnologia Kopelrot.

No capítulo 3 é apresentada descrição detalhada do novo modelo de compressor Kopelrot (cilindro de compressão e sistema de acionamento), e o que eles apresentam de novo em relação ao anterior. Também é descrito o projeto e a fabricação do compressor. São apresentados desenhos de cada peça, com descrição sobre sua fabricação e o ajuste durante a montagem, apresentando-se, no final, foto da peça fabricada.

No capítulo 4 são apresentados os estudos do compressor baseados no código computacional 3DCAD SolidWorks[®], utilizado antes e durante a fabricação dos componentes. A partir do *software* de desenho em 3D são investigadas variações de volume, para uma excentricidade de referência, com relação ao ângulo do eixo do sistema de acionamento do compressor. O posicionamento das janelas de sucção e descarga é definido a partir de um valor ótimo para uma dada excentricidade de referência, com pressão de descarga em torno de 500 kPa. Foram escolhidas, além do valor de referência, mais quatro excentricidades com as quais também foram investigadas variações de volume nas câmaras. A partir de hipóteses simplificadoras pré-estabelecidas, foram calculados os valores instantâneos de pressão, temperatura e massa no interior da câmara do compressor. A potência e eficiência volumétrica também foram calculadas,

permitindo estudar o comportamento do compressor quando variadas as excentricidades.

No capítulo 5 foram efetuados os mesmos cálculos de pressão, temperatura, massa, potência e eficiência volumétrica para cinco diferentes excentricidades, variando-se a pressão para 750 kPa e 250 kPa. Os cálculos também foram feitos simulando-se as janelas de sucção e descarga com válvulas, para uma pressão de descarga de 500 kPa.

Os resultados parciais obtidos com os primeiros testes do compressor construído são comentados no capítulo 6. O capítulo 7 encerra o presente trabalho com as conclusões.

Nos Apêndices são apresentadas peças que sofreram alterações ao final por dificuldade de fabricação, de ajuste na hora da montagem, exigindo um tempo muito maior para sua confecção e ajuste. É apresentada, também, a tabela com as variações de volume simulados de grau em grau de 0° a 360°, para as 5 excentricidades definidas.