

4.3) Vargas e Florea (1994) desenvolveram um estudo de análise cinemática e termodinâmica de um novo motor rotativo que utiliza um mecanismo de cilindroides de seção elíptica assimétrica. A Figura Pj4.3 mostra um diagrama esquemático do mecanismo rotativo do motor proposto. Para a realização de uma análise termodinâmica, é necessário a determinação do volume do espaço de trabalho para cada posição α do ângulo da manivela. Para tanto, é preciso resolver um sistema de equações não-lineares para o motor rotativo de cilindroides a fim de determinar as coordenadas cartesianas de cada ponto chave do espaço (área) de trabalho mostrado na Fig. Pj4.3 para cada posição α , que são reunidas em um vetor de incógnitas $\vec{u} = (x_0, y_0, x_{C_1}, y_{C_1}, x_{C_2}, y_{C_2}, x_1, y_1, x_2, y_2)$. Assim, o sistema a ser resolvido é representado em forma compacta por $\vec{g}(\vec{u}) = 0$. Com base na Geometria Analítica, escrevem-se as equações que constituem esse sistema como se segue:

$$g_1 = x_0 \sin \alpha - y_0 \cos \alpha = 0 \quad (1)$$

$$g_2 = (y_{C_1} - y_0)(y_{C_2} - y_0) + (x_{C_1} - x_0)(x_{C_2} - x_0) = 0 \quad (2)$$

$$g_3 = \frac{x_1^2}{a^2} + \frac{y_1^2}{b^2} - 1 = 0 \quad (3)$$

$$g_4 = (x_1 - x_{C_1})^2 + (y_1 - y_{C_1})^2 - r^2 = 0 \quad (4)$$

$$g_5 = \frac{x_2^2}{a^2} + \frac{y_2^2}{b^2} - 1 = 0 \quad (5)$$

$$g_6 = (x_2 - x_{C_2})^2 + (y_2 - y_{C_2})^2 - r^2 = 0 \quad (6)$$

$$g_7 = x_0^2 + y_0^2 - d^2 = 0 \quad (7)$$

$$g_8 = y_1 \left[x_1 \left(\frac{b^2}{a^2} - 1 \right) + x_{C_1} \right] - y_{C_1} x_1 \frac{b^2}{a^2} = 0 \quad (8)$$

$$g_9 = (x_{C_1} - x_0)^2 + (y_{C_1} - y_0)^2 - (y_{C_2} - y_0)^2 - (x_{C_2} - x_0)^2 = 0 \quad (9)$$

$$g_{10} = y_2 \left[x_2 \left(\frac{b^2}{a^2} - 1 \right) + x_{C_2} \right] - y_{C_2} x_2 \frac{b^2}{a^2} = 0 \quad (10)$$

O sistema apresenta 10 equações com 10 incógnitas, que deve resolvido dentro do intervalo de $0^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$

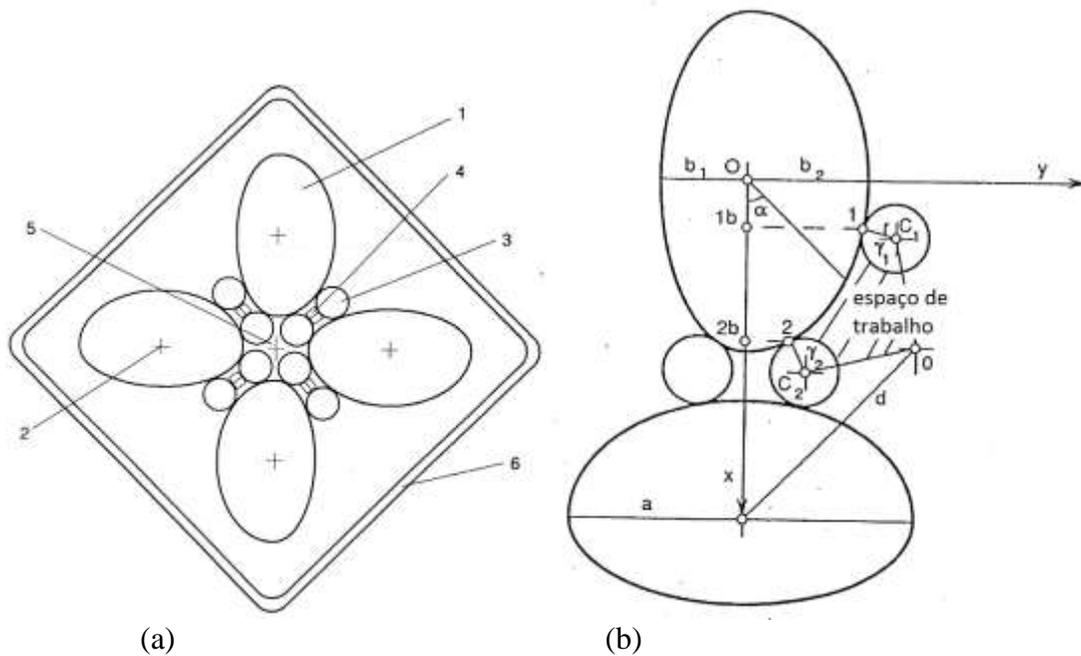


Figura Pj4.3 – a) 1-cilindróide; 2-eixo do cilindroide; 3-cilindro de vedação; 4-mola; 5-volume de trabalho, e 6-caixa de montagem, e b) Parâmetros geométricos, espaço de trabalho e sistema de coordenadas local.

Para obter suas primeiras soluções, utilize os seguintes parâmetros geométricos: $a = 8,5$; $d = 11,1$; $r = 1,3$, e $b_1 = b_2 = b = 6,5$ (cilindroides simétricos). A seguir, novas soluções podem ser obtidas para outras configurações possíveis, i.e., tal que sejam satisfeitas as restrições cinemáticas do mecanismo rotativo, i.e., os cilindros de vedação não se interceptem, e a distância entre as elipses seja sempre menor do que $2r$ e maior do que 0.

Pede-se:

1. Apresentar gráficos do comportamento de $\bar{u} \times \alpha$, i.e.: $x_0 \times \alpha, y_0 \times \alpha, x_{C_1} \times \alpha, y_{C_1} \times \alpha, x_{C_2} \times \alpha, y_{C_2} \times \alpha, x_1 \times \alpha, y_1 \times \alpha, x_2 \times \alpha, e y_2 \times \alpha$, e
2. Calcule o volume do espaço de trabalho para cada posição α do ângulo da manivela, $V(\alpha)$, usando uma altura conhecida para os cilindróides, h . Apresente um gráfico $V \times \alpha$, para $-180^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$, bem como diferentes valores da razão entre os eixos menores das elipses, i.e., $\frac{b_1}{b_2} = 1; 0,85 e 0,708$, usando $b_2 = 6,5$.

Obs:

1. Apresente um relatório do seu trabalho (título, resumo, introdução, teoria, resultados e discussão, e conclusões), com todos os programas computacionais escritos no apêndice, e
2. Recomenda-se utilizar aritmética de dupla precisão em seus cálculos.