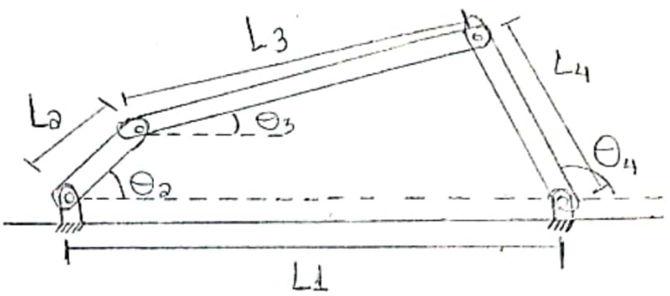
Nome: Thiago José da Silva
Turma: Cinemática e Dinâmica das Máquinas

a) O mecanismo escolhido para realizar a atividade é o mecanismo quatro barras:



* Estabelecendo as medidas:

$L1 = 8$
$L2 = 1$
$L3 = 6$
$L4 = 4$

* Para um ângulo de entrada $\theta_2 = 90°$, utilizando o método computacional de Newton-Raphson, é possível obter os valores dos demais ângulos:

$\theta_3 = 21,40°$
$\theta_4 = 127,12°$

* Com estes dados é possível redesenhar o sistema, no formato de laços de vetores:

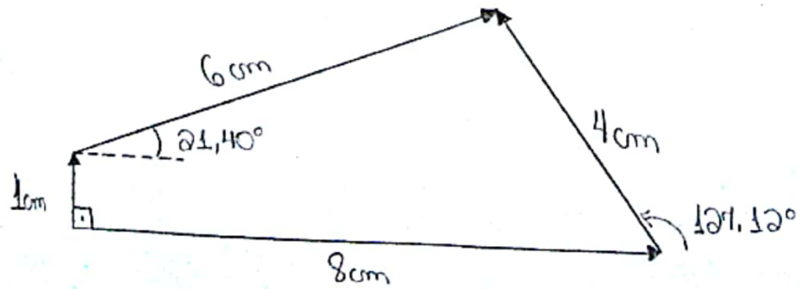


Figura 1: Mecanismo 4 barras

b) Realizando a análise de velocidade através do método analítico para o mecanismo da Figura 1.

A equação vetorial da figura permite afirmar que:

$$\vec{L_2} + \vec{L_3} - \vec{L_4} - \vec{L_1} = 0$$

Substituindo os vetores pela notação de números complexos, tem-se que:

$$L_2 e^{j\theta_2} + L_3 e^{j\theta_3} - L_4 e^{j\theta_4} - L_1 e^{j\theta_1} = 0 \qquad (I)$$

A expressão (I) refere-se a equação da posição. A fim de determinar a equação da velocidade, deve-se derivar (I) em relação a t:

$$jL_2 e^{j\theta_2} \frac{d\theta_2}{dt} + jL_3 e^{j\theta_3} \frac{d\theta_3}{dt} - jL_4 e^{j\theta_4} \frac{d\theta_4}{dt} = 0 \qquad (II)$$

Como θ_1 é constante, sua derivada é zero.

Podemos afirmar que:

$$\frac{d\theta_2}{dt} = \omega_2$$

$$\frac{d\theta_3}{dt} = \omega_3$$

$$\frac{d\theta_4}{dt} = \omega_4$$

Sendo assim, a equação (II) pode ser reescrita:

$$jL_2 \omega_2 e^{j\theta_2} + jL_3 \omega_3 e^{j\theta_3} - jL_4 \omega_4 e^{j\theta_4} = 0 \qquad (III)$$

Utilizando a identidade de Euler, temos que:

$$L_2\omega_2 (j\cos\theta_2 + j^2 \operatorname{sen}\theta_2) + L_3\omega_3 .(j\cos\theta_3 + j^2 \operatorname{sen}\theta_3) - L_4\omega_4 .(j\cos\theta_4 + j^2 \operatorname{sen}\theta_4) = 0$$

$$L_2\omega_2 (-\operatorname{sen}\theta_2 + j\cos\theta_2) + L_3\omega_3 .(-\operatorname{sen}\theta_3 + j\cos\theta_3) - L\ \omega_4 .(-\operatorname{sen}\theta_4 + j\cos\theta_4) = 0$$

Separando a equação em termos reais e imaginários:

$$\begin{cases} L_2\omega_2(-\operatorname{sen}\theta_2) + L_3\omega_3.(-\operatorname{sen}\theta_3) + L_4.\omega_4(-\operatorname{sen}\theta_4) = 0 & \mathbb{R} \\ L_2\omega_2(\cos\theta_2) + L_3\omega_3(\cos\theta_3) + L_4\omega_4(\cos\theta_4) = 0 & Im \end{cases}$$

Realizando operações matemáticas de substituição direta nas equações acima, obtemos:

$$\omega_3 = \frac{L_2\,\omega_2 \operatorname{sen}(\theta_4 - \theta_2)}{L_3 \operatorname{sen}(\theta_3 - \theta_4)} \qquad (IV)$$

$$\omega_4 = \frac{L_2\,\omega_2 \operatorname{sen}(\theta_2 - \theta_3)}{L_4 \operatorname{sen}(\theta_4 - \theta_3)} \qquad (V)$$

→ Considerando os dados da letra (a) e $\omega_2 = -15$ rad/s :

$$\omega_3 = \frac{1.(-15).\ \operatorname{sen}(127{,}12° - 90°)}{6.\ \operatorname{sen}(21{,}40° - 127{,}12°)}$$

$$\omega_3 = \frac{(-15).\ 0{,}6035}{6.(-0{,}9625)}$$

$$\boxed{\omega_3 = +1{,}5675 \text{ rad/s}}$$

$$\omega_4 = \frac{1.(15).\ \operatorname{sen}(90° - 21{,}40°)}{4\ \operatorname{sen}(127{,}12° - 21{,}40°)}$$

$$\omega_4 = \frac{(15).\ 0{,}9310}{4.\ 0{,}9626}$$

$$\boxed{\omega_4 = -3{,}6269 \text{ rad/s}}$$

→ Determinando as velocidades lineares:

* $V_A = L_2\omega_2 \cdot (-\text{sen}\,\theta_2 + j\cos\theta_2) = 1 \cdot -15 \cdot (-\text{sen}\,90° + j\cos 90°)$

$$\boxed{|V_A| = -15 \text{ cm/s}}$$

* $V_{BA} = L_3\omega_3(-\text{sen}\,\theta_3 + j\cos\theta_3)$

$V_{BA} = 6 \cdot (+1{,}5675) \cdot (-\text{sen}\,21{,}40° + j\cos 21{,}40°)$

$V_{BA} = -3{,}4316 + j8{,}7566$

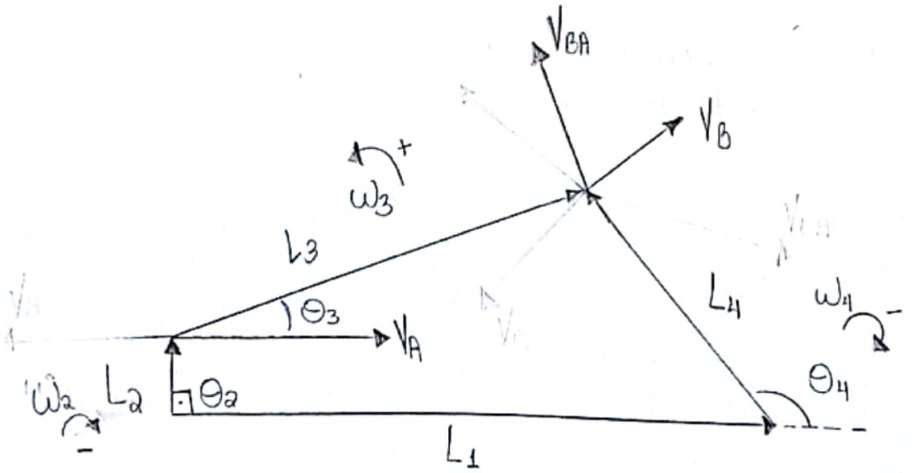
$$\boxed{|V_{BA}| = 9{,}4049 \text{ cm/s}}$$

* $V_B = L_4\omega_4 \cdot (-\text{sen}\,\theta_4 + j\cos\theta_4)$

$V_B = 4 \cdot (-3{,}6269) \cdot (-\text{sen}\,127{,}12° + j\cos 127{,}12°)$

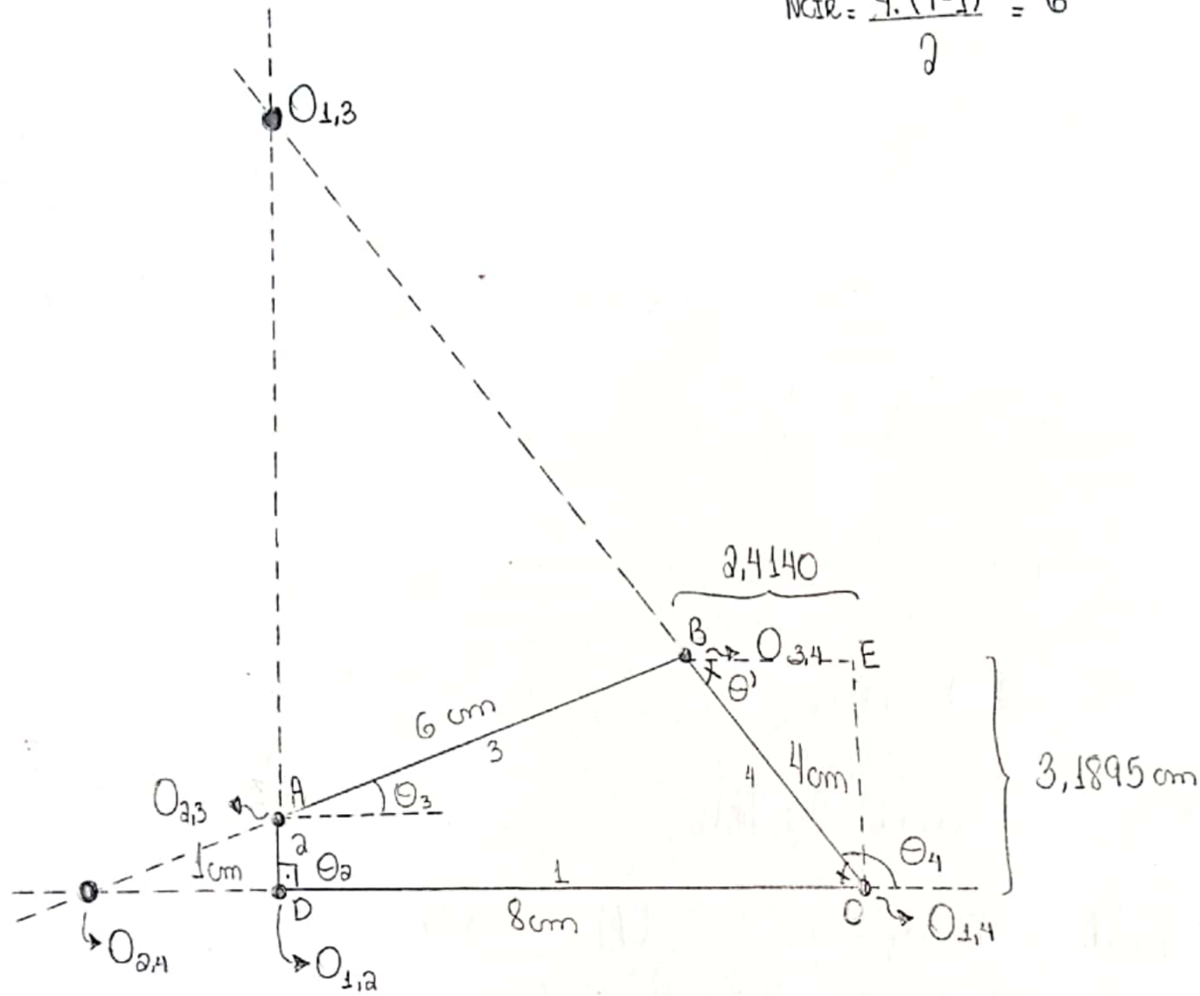
$V_B = +11{,}5680 + j8{,}7551$

$$\boxed{|V_B| = 14{,}5076 \text{ cm/s}}$$



c)

$$N_{CIR} = \frac{4.(4-1)}{2} = 6$$



Sendo $\omega_2 = -15$ rad/s

* $|V_A| = L_2 . \omega_2$
  $|V_A| = 1 . (-15)$
  $\boxed{|V_A| = 15 \text{ cm/s}}$

→ Determinando ω_3 :

$$\omega_3 = \frac{|V_A|}{(AO_{1,3})} \qquad (IV)$$

→ distância de B até $O_{1,3}$

*$\theta' = 180 - 127{,}12$
$\theta' = 52{,}88°$

• Determinando a distância de D até $O_{1,3}$ por semelhança de triângulo:

$$\frac{BE}{CE} = \frac{CD}{DO_{1,3}}$$

$$\frac{2,4140}{3,1895} = \frac{8}{DO_{1,3}}$$

$$DO_{1,3} = \frac{8}{0,7568}$$

$$DO_{1,3} = 10,57 \text{ cm} \rightarrow AO_{1,3} = 9,57 \text{ cm}$$

- Substituindo os valores obtidos em (IV):

$$\omega_3 = \frac{15}{9,57}$$

$$\boxed{\omega_3 = 1,5673 \text{ rad/s}}$$

→ Determinando o valor de $|V_B|$:

$$|V_B| = (BO_{1,3})\ \omega_3 \qquad (V)$$

↳ Distância de B até $O_{1,3}$

- Determinando a distância de B até $O_{1,3}$:

$$CO_{1,3} = \sqrt{10,57^2 + 8^2}$$

$$CO_{1,3} = 13,2561$$

$$BO_{1,3} = CO_{1,3} - L_4$$

$$BO_{1,3} = 9,2561 \text{ cm}$$

- Substituindo os valores obtidos em (V):

$$|V_B| = 9,2561 \cdot 1,5673$$

$$\boxed{|V_B| = 14,5071 \text{ cm/s}}$$

→ Determinando o valor de ω_4:

$$\omega_4 = \frac{|V_B|}{L_4}$$

$$\omega_4 = 3{,}6267$$

*Por convenção, ω_4 é negativo, portanto:

$$\boxed{\omega_4 = -3{,}6267 \text{ rad/s}}$$

→ Determinando o módulo de V_{BA}:

$$|V_{BA}| = (AB) \cdot \omega_3$$

$$|V_{BA}| = 6 \cdot (1{,}5673)$$

$$\boxed{|V_{BA}| = 9{,}4038 \text{ cm/s}}$$