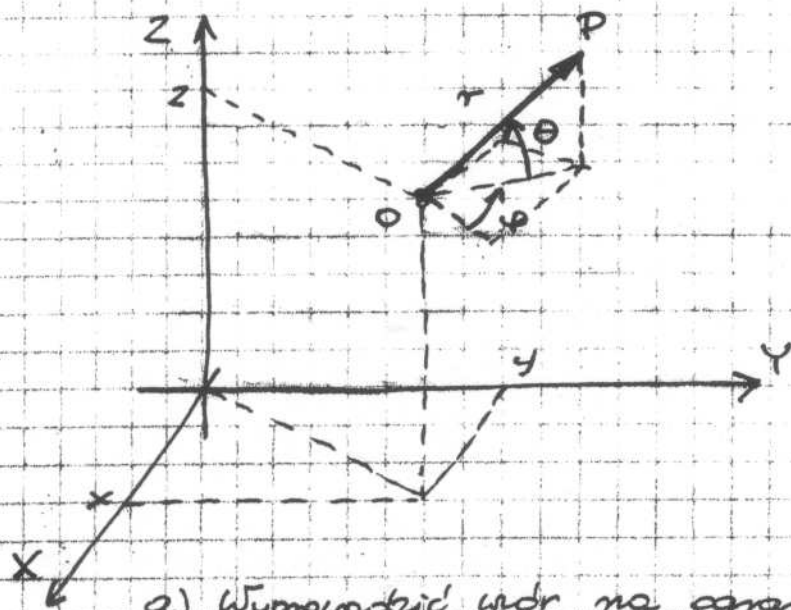


1. Dany jest rydwan 1-segmentowy, przedstawiony na rysunku.

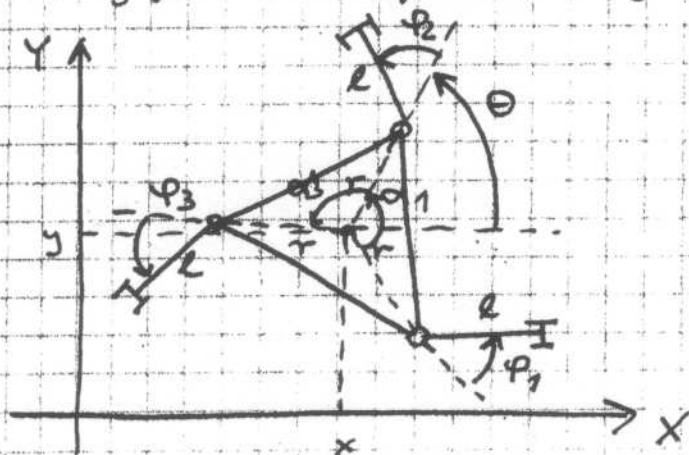


Układ poniesza się w  $\mathbb{R}^3$  w taki sposób, że przekształcenie punktu O jest skierowane wzdłuż odcinka  $\vec{OP}$ .

Polożyc  $q = (x, y, z, \phi, \theta) \in \mathbb{R}^5$ .

- Wyprowadzić wdr na ograniczenie fazowe (uwaga: macierz Pfaffa jest rozmiarów  $2 \times 5$ ).
- Przedstawić kinematykę rydwanu w postaci układu sterowania.
- Zbadać nieholonomiczne ograniczenia (sterowalność układu).

2. Dany jest układ typu trójkartny smok, przedstawiony na rysunku.



Polożyc  $q = (x, y, \theta, \phi_1, \phi_2, \phi_3) \in \mathbb{R}^6$ ,  
zatożyc, że  $r = l = 1$ ,  $\alpha_1 = -\frac{2\pi}{3}$ ,  
 $\alpha_2 = 0$ ,  $\alpha_3 = \frac{2\pi}{3}$ .

Przyjmując, że macierz Pfaffa

$$A(q) = \begin{bmatrix} S_{\phi_1 + \phi_2 + \theta} & -C_{\phi_1 + \phi_2 + \theta} & -1 - C_{\phi_1} & -1 & 0 & 0 \\ S_{\phi_2 + \phi_3 + \theta} & -C_{\phi_2 + \phi_3 + \theta} & -1 - C_{\phi_2} & 0 & -1 & 0 \\ S_{\phi_3 + \phi_3 + \theta} & -C_{\phi_3 + \phi_3 + \theta} & -1 - C_{\phi_3} & 0 & 0 & -1 \end{bmatrix}$$

- Przedstawić kinematykę układu w postaci układu sterowania
- Zbadać nieholonomiczne ograniczenia (sterowalność układu).