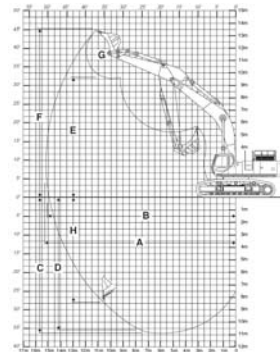


# Mecanismos

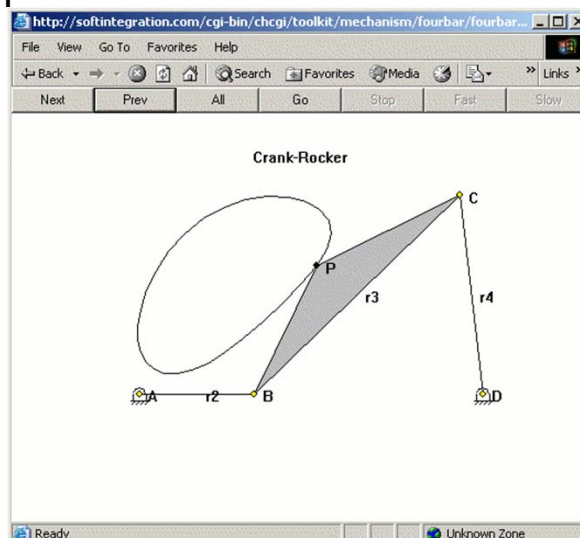
## Mecanismos com 1 GL Análise de pontos de interesse

Prof. Jorge Luiz Erthal  
jorgeerthal@gmail.com



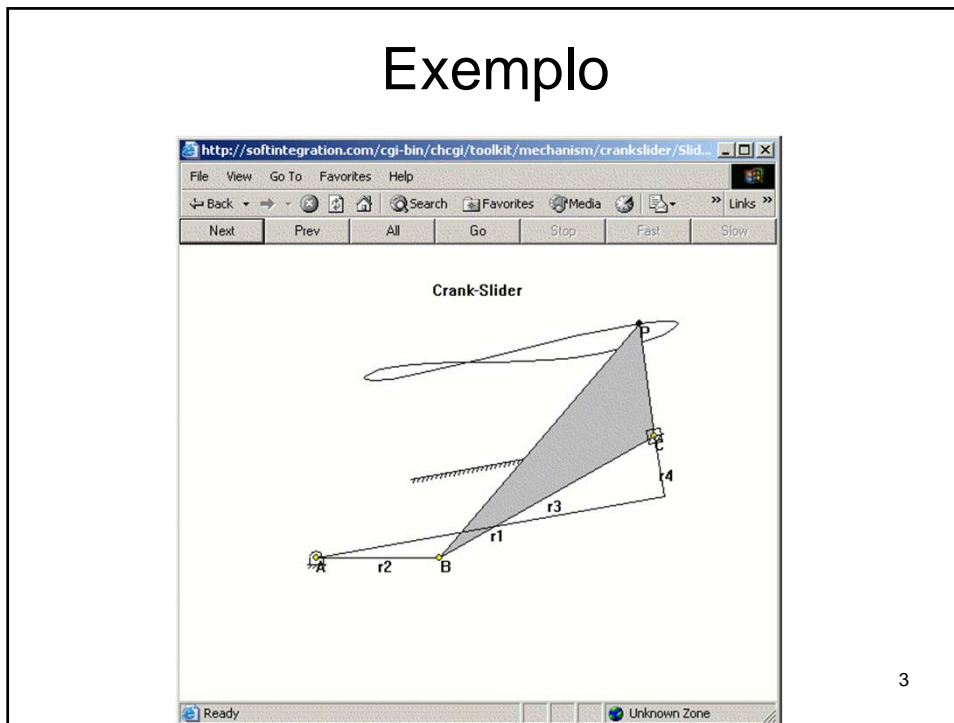
## Conteúdo

- Escolha do ponto de interesse
- Posição
- Velocidade
- Aceleração



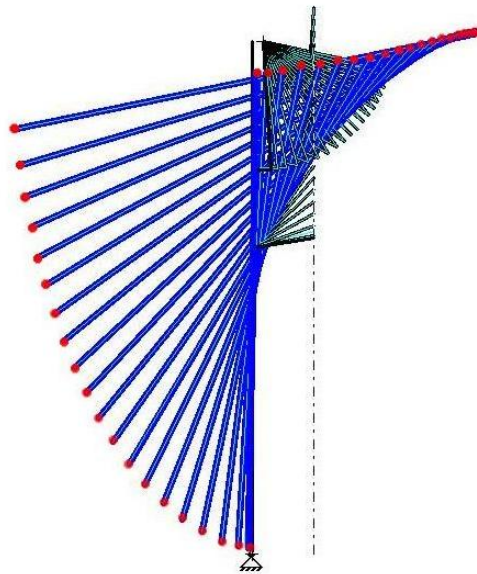
2

## Exemplo



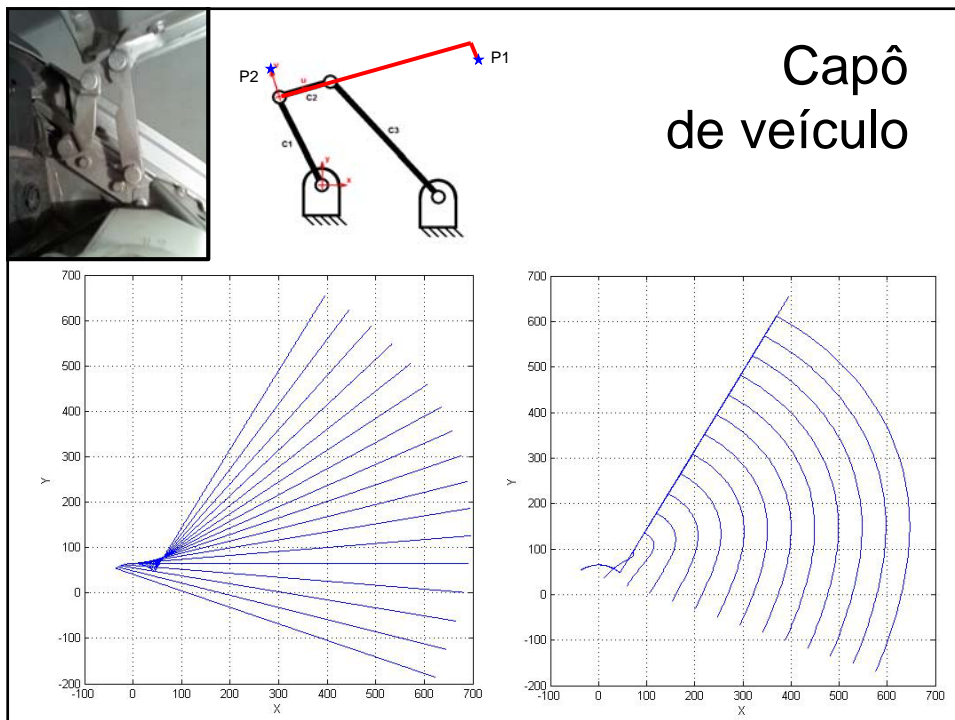
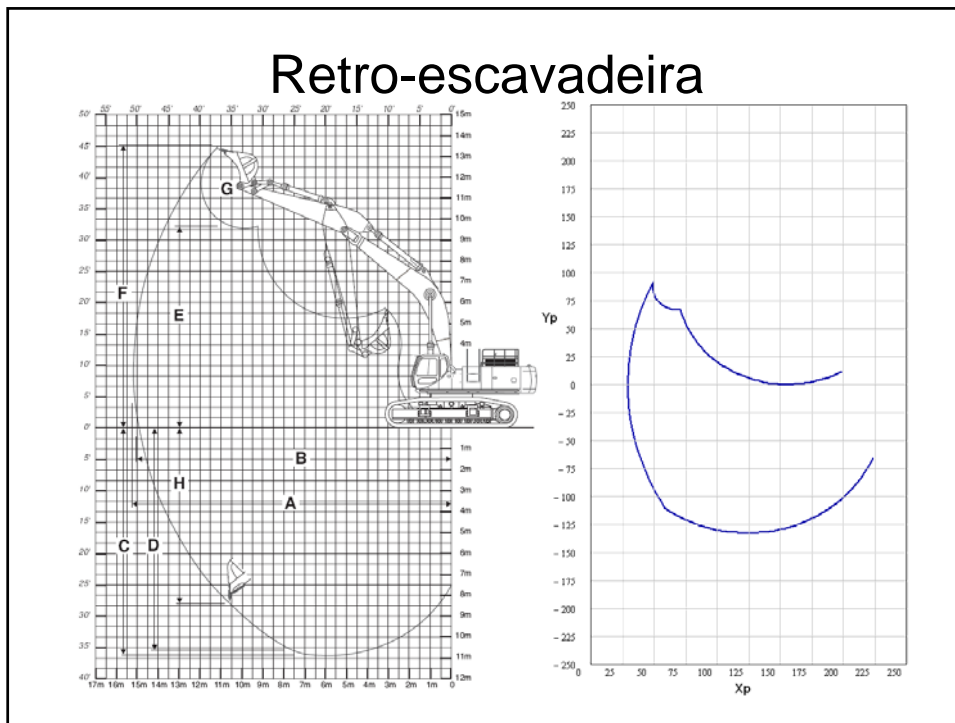
## Portão de garagem

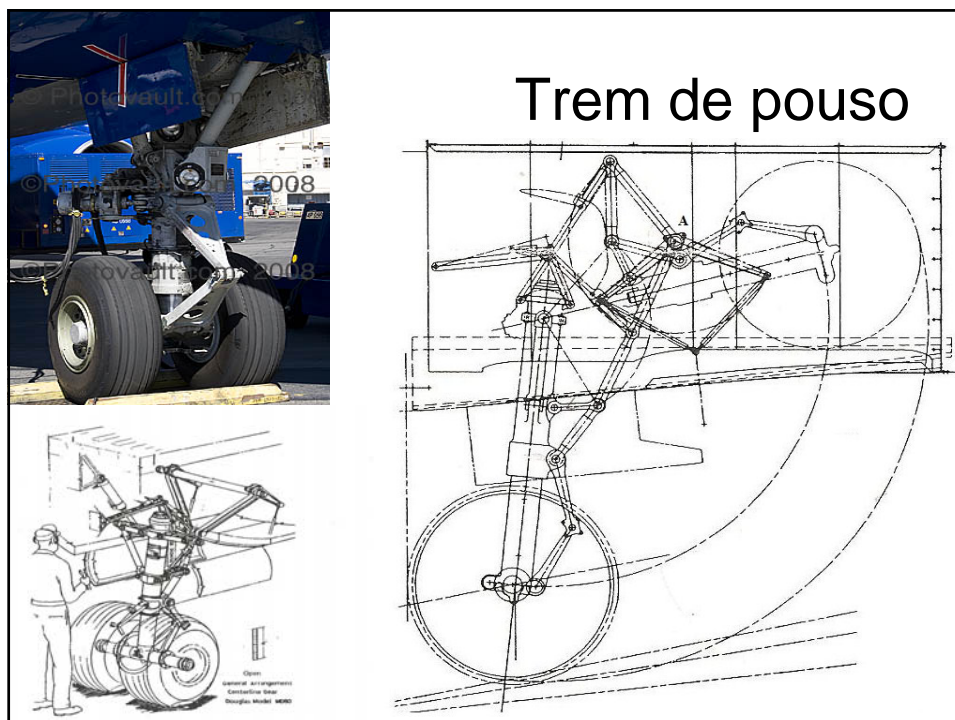
Pontos de interesse (em vermelho) separados por um incremento de 50mm na variável primária 'q'



● Pontos em vermelho: Pontos de interesse nas extremidades do portão

4





## Início da análise

São consideradas conhecidas:

Posições :  $q, S$

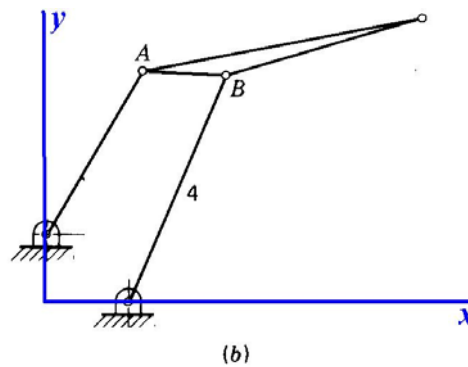
Velocidades :  $\dot{q}, \dot{S}$

Acelerações :  $\ddot{q}, \ddot{S}$

De TODOS os elos

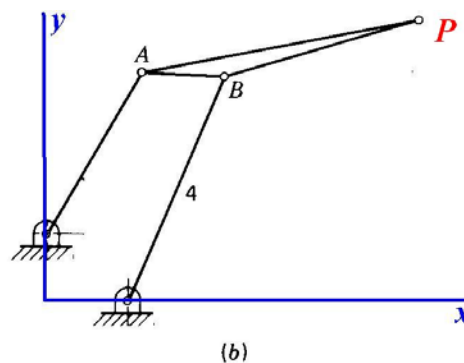
## Etapas

1. **Sistema GLOBAL (x,y)**
2. Seleção do ponto de interesse (P)
3. Sistema LOCAL (u,v)
4. Coordenadas locais (U,V)
5. Coordenadas globais (X,Y)



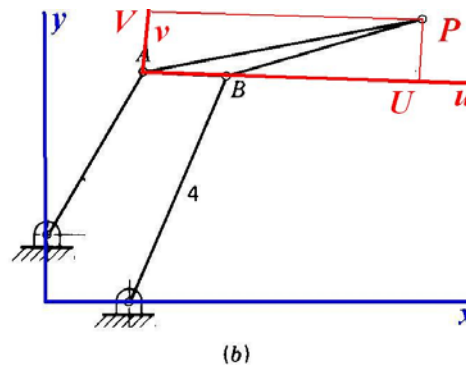
## Etapas

1. Sistema GLOBAL (x,y)
2. **Seleção do ponto de interesse (P)**
3. Sistema LOCAL (u,v)
4. Coordenadas locais (U,V)
5. Coordenadas globais (X,Y)



## Etapas

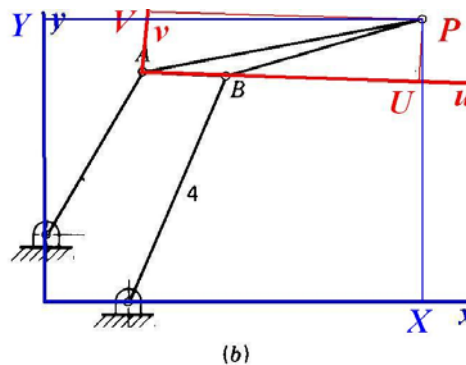
1. Sistema GLOBAL (x,y)
2. Seleção do ponto de interesse (P)
3. Sistema LOCAL (u,v)
4. Coordenadas locais (U,V)
5. Coordenadas globais (X,Y)



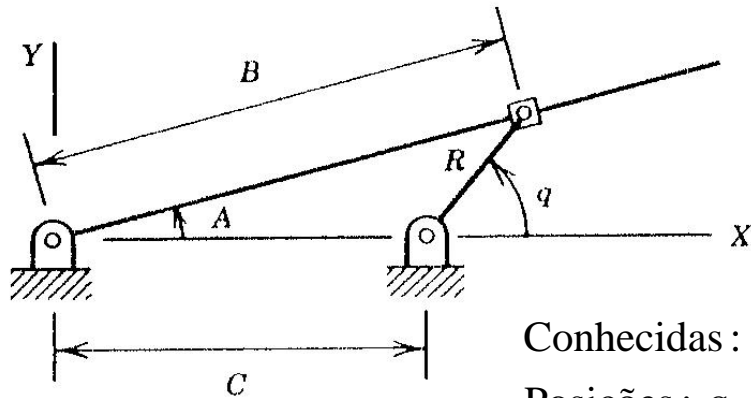
## Etapas

1. Sistema GLOBAL (x,y)
2. Seleção do ponto de interesse (P)
3. Sistema LOCAL (u,v)
4. Coordenadas locais (U,V)
5. Coordenadas globais (X,Y)

$$\begin{pmatrix} X_P \\ Y_P \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} O_X \\ O_Y \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} u_x & v_x \\ u_y & v_y \end{pmatrix} \begin{pmatrix} U_P \\ V_P \end{pmatrix}$$



## Exemplo



Conhecidas :

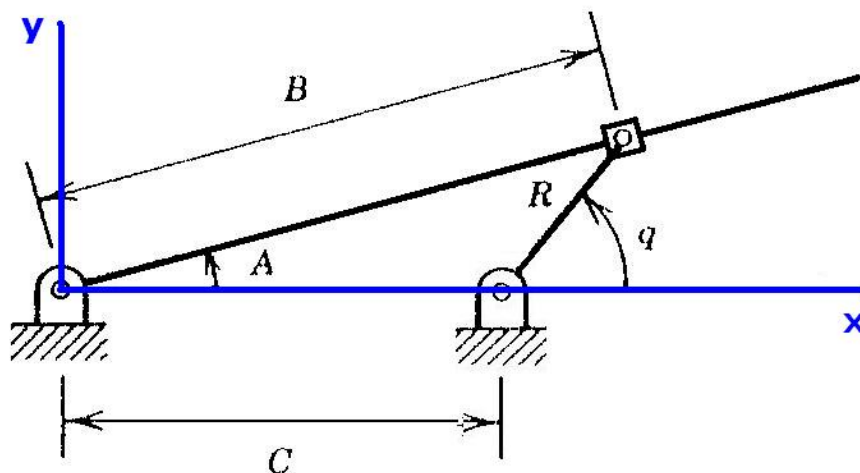
Posições :  $q, A, B$

Velocidades :  $\dot{q}, \dot{A}, \dot{B}$

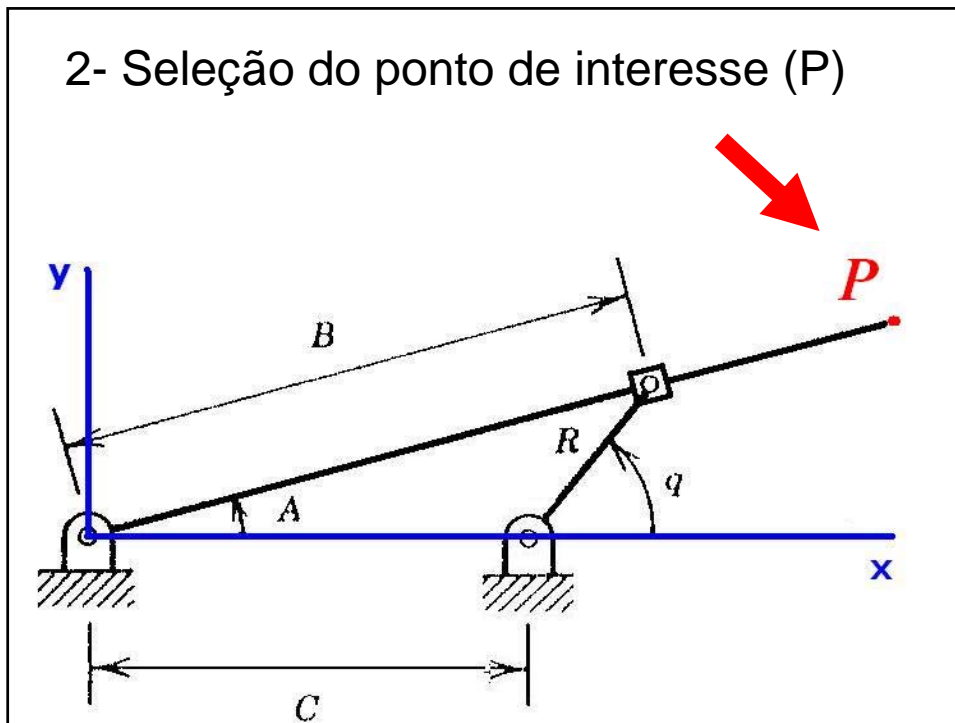
Acelerações :  $\ddot{q}, \ddot{A}, \ddot{B}$

13

## 1- Sistema global (x,y)

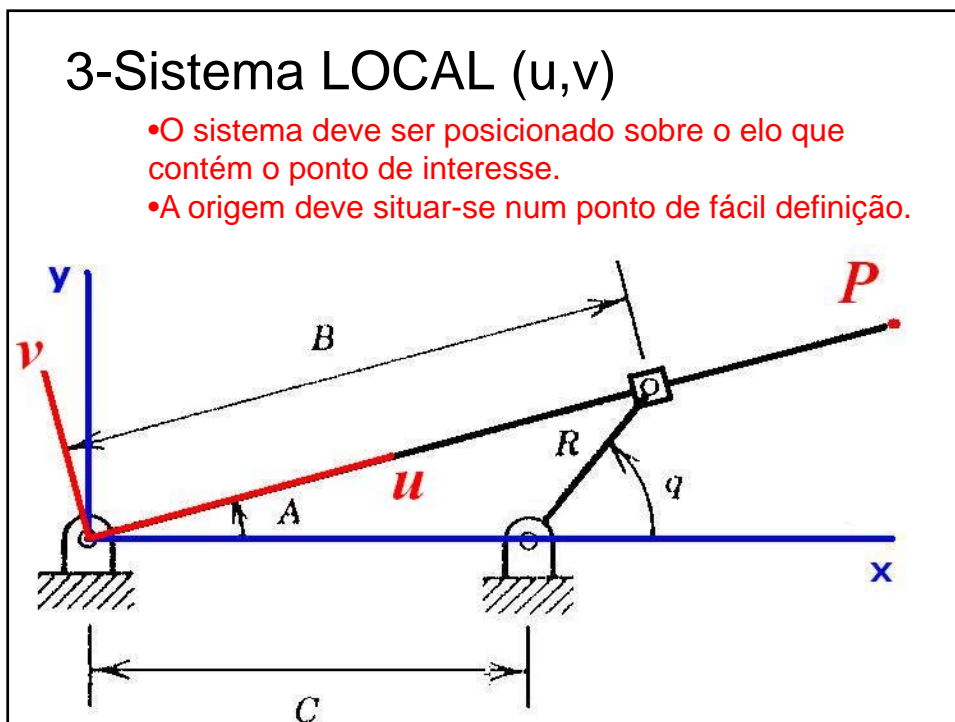


## 2- Seleção do ponto de interesse (P)



## 3-Sistema LOCAL (u,v)

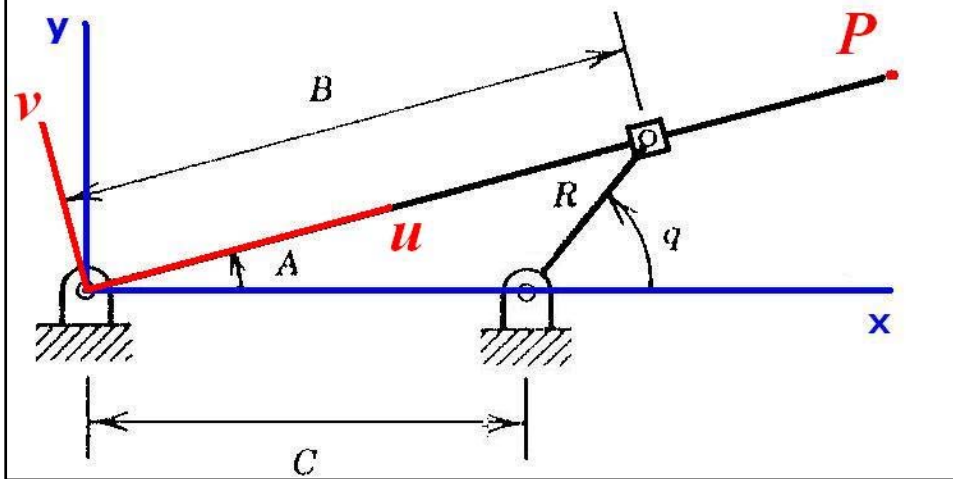
- O sistema deve ser posicionado sobre o elo que contém o ponto de interesse.
- A origem deve situar-se num ponto de fácil definição.



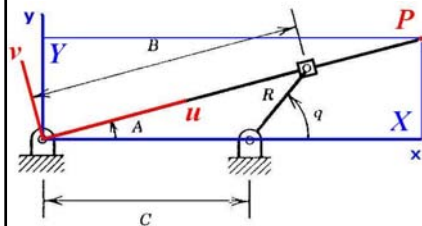


### 4-Coordenadas locais (U,V)

$$U_p := 4 \quad V_p := 0$$



### 5-Coordenadas globais (X,Y)



$$\begin{pmatrix} X_P \\ Y_P \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} O_x \\ O_y \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} u_x & v_x \\ u_y & v_y \end{pmatrix} \begin{pmatrix} U_P \\ V_P \end{pmatrix}$$

COORDENADAS LOCAIS

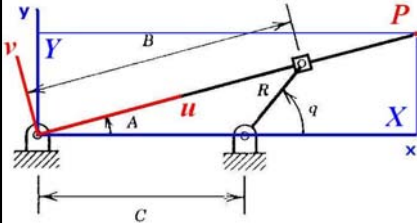
MATRIZ DE ROTAÇÃO

ORIGEM DO SISTEMA LOCAL

COORDENADAS GLOBAIS

18

## 5-Coordenadas globais (X,Y)



$$\begin{pmatrix} X_P \\ Y_P \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} O_x \\ O_y \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} u_x & v_x \\ u_y & v_y \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} U_P \\ V_P \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} X_P \\ Y_P \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \cos(A) & -\sin(A) \\ \sin(A) & \cos(A) \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} U_P \\ V_P \end{pmatrix}$$

$$X_P = U_P \cdot \cos(A) - V_P \cdot \sin(A)$$

$$Y_P = U_P \cdot \sin(A) + V_P \cdot \cos(A)$$

## Equações das velocidades

Derivadas das equações de posição em relação ao tempo

$$X_P = U_P \cdot \cos(A) - V_P \cdot \sin(A)$$

$$Y_P = U_P \cdot \sin(A) + V_P \cdot \cos(A)$$

$$\dot{X}_P = \left( -U_P \cdot \sin(A) - V_P \cdot \cos(A) \right) \cdot Ka \cdot \dot{q}$$

$$\dot{Y}_P = \left( U_P \cdot \cos(A) - V_P \cdot \sin(A) \right) \cdot Ka \cdot \dot{q}$$

## Equações das velocidades

$$\dot{X}_P = (-U_P \cdot \sin(A) - V_P \cdot \cos(A)) \cdot Ka \cdot \dot{q}$$

$$\dot{Y}_P = (U_P \cdot \cos(A) - V_P \cdot \sin(A)) \cdot Ka \cdot \dot{q}$$

$$K_{PX} = (-U_P \cdot \sin(A) - V_P \cdot \cos(A)) \cdot Ka$$

$$K_{PY} = (U_P \cdot \cos(A) - V_P \cdot \sin(A)) \cdot Ka$$

$$\dot{X}_P = K_{PX} \cdot \dot{q}$$

$$\dot{Y}_P = K_{PY} \cdot \dot{q}$$

$$V_P = \sqrt{\dot{X}_P^2 + \dot{Y}_P^2}$$

21

## Equações das acelerações

$$L_{PX} = \frac{d}{dq} K_{PX} \quad L_{PY} = \frac{d}{dq} K_{PY}$$

$$\ddot{X}_P = K_{PX} \cdot \ddot{q} + L_{PX} \cdot \dot{q}^2$$

$$\ddot{Y}_P = K_{PY} \cdot \ddot{q} + L_{PY} \cdot \dot{q}^2$$

$$A_P = \sqrt{\ddot{X}_P^2 + \ddot{Y}_P^2}$$

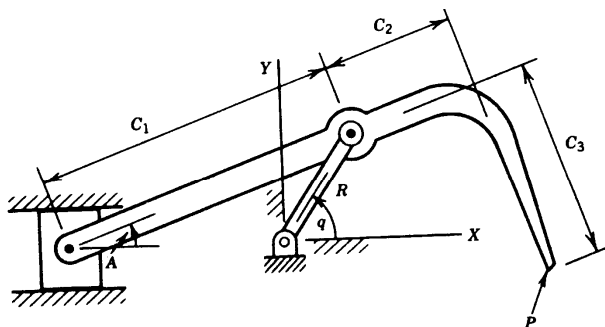
22

## Exercício

Obter a posição, velocidade e aceleração do ponto P, na posição  $q = 45^\circ$ , sendo dados:

$C_1 = 140 \text{ mm}$ ;  $C_2 = 50 \text{ mm}$ ;  $C_3 = 85 \text{ mm}$ ;  $R = 55 \text{ mm}$ .

A manivela gira a 60 rpm, constante.



23