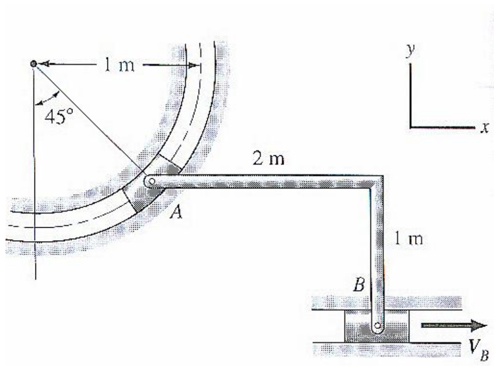
PROBLEMAS DE TEORÍA DE MÁQUINAS Y MECANISMOS RESUELTOS EN CLASE (NO DEL LIBRO) (CURSO 2013-2014).

1) La barra AB conecta dos correderas en A y en B. Si V_B = 5 m/s, calcular analíticamente V_A.



$$\overrightarrow{v_A} = \overrightarrow{v_B} + \overrightarrow{v_{AB}} = \overrightarrow{v_B} + \overrightarrow{\omega_{AB}} \times \overrightarrow{R_{AB}} = 5 \cdot \vec{i} + \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ 0 & 0 & \omega_{AB} \\ -2 & 1 & 0 \end{vmatrix}$$

Como O es el centro de rotación de la corredera (eslabón 4), se puede relacionar con el punto A de la corredera:

$$\overrightarrow{v_A} = \overrightarrow{v_O} + \overrightarrow{v_{AO}} = \overrightarrow{\omega_4} \times \overrightarrow{R_{AO}} = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ 0 & 0 & \omega_4 \\ 1 \cdot \operatorname{sen} 45 & -1 \cdot \cos 45 & 0 \end{vmatrix}$$

$$5 \cdot \vec{i} + \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ 0 & 0 & \omega_{AB} \\ -2 & 1 & 0 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ 0 & 0 & \omega_4 \\ 1 \cdot \operatorname{sen} 45 & -1 \cdot \cos 45 & 0 \end{vmatrix} \Rightarrow \begin{cases} \omega_4 = 14{,}14 \text{ rad/s} \\ \omega_{AB} = -5 \text{ rad/s} \end{cases}$$

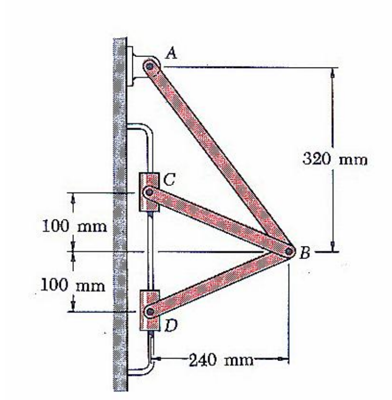
$$\overrightarrow{v_A} = \overrightarrow{v_B} + \overrightarrow{v_{AB}} = \overrightarrow{\omega_{AB}} \times \overrightarrow{R_{AB}} = 5 \cdot \vec{i} + \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ 0 & 0 & -5 \\ -2 & 1 & 0 \end{vmatrix} = 10 \cdot \vec{i} + 10 \cdot \vec{j}$$

Por lo tanto:

$$\overrightarrow{\omega_{AB}} = -5 \cdot \vec{k} \text{ (rad/s)}$$

$$\overrightarrow{v_A} = 10 \cdot \vec{i} + 10 \cdot \vec{j}; \quad v_A = 14{,}14 \text{ m/s}$$

2) Dos collarines C y D se mueven a lo largo de la barra vertical mostrada. Si la velocidad del collarín C es de 660 mm/s hacia abajo, determinar analíticamente:
   a. Velocidad del collarín D.
   b. Velocidad angular del elemento AB.



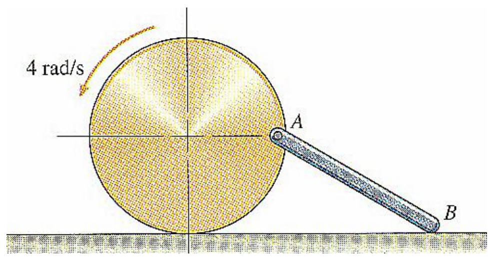
$$\left.\begin{array}{l}\overrightarrow{v_B}=\overrightarrow{v_C}+\overrightarrow{v_{BC}}\\ \overrightarrow{v_B}=\overrightarrow{v_A}+\overrightarrow{v_{BA}}\end{array}\right\}\Rightarrow \overrightarrow{v_C}+\overrightarrow{v_{BC}}=\overrightarrow{v_{BA}}\Rightarrow -0{,}66\cdot\vec{j}+\begin{vmatrix}\vec{i} & \vec{j} & \vec{k}\\ 0 & 0 & \omega_3\\ 0{,}24 & -0{,}10 & 0\end{vmatrix}=\begin{vmatrix}\vec{i} & \vec{j} & \vec{k}\\ 0 & 0 & \omega_2\\ 0{,}24 & -0{,}32 & 0\end{vmatrix}$$

$$-0{,}66\cdot\vec{j}+0{,}10\cdot\omega_3\cdot\vec{i}+0{,}24\cdot\omega_3\cdot\vec{j}=0{,}32\cdot\omega_2\cdot\vec{i}+0{,}24\cdot\omega_2\cdot\vec{j}\Rightarrow\left\{\begin{array}{l}\overrightarrow{\omega_2}=1{,}25\cdot\vec{k}\,\dfrac{rad}{s}\\ \overrightarrow{\omega_3}=4\cdot\vec{k}\,\dfrac{rad}{s}\end{array}\right.$$

$$\overrightarrow{v_B}=\overrightarrow{v_{BA}}=\overrightarrow{\omega_2}\times\overrightarrow{R_{BA}}=\begin{vmatrix}\vec{i} & \vec{j} & \vec{k}\\ 0 & 0 & 1{,}25\\ 0{,}24 & -0{,}32 & 0\end{vmatrix}=0{,}4\cdot\vec{i}+0{,}3\cdot\vec{j}$$

$$\overrightarrow{v_D}=\overrightarrow{v_B}+\overrightarrow{v_{BA}}\Rightarrow v_D\cdot\vec{j}=\left(0{,}4\cdot\vec{i}+0{,}3\cdot\vec{j}\right)+\begin{vmatrix}\vec{i} & \vec{j} & \vec{k}\\ 0 & 0 & \omega_4\\ -0{,}24 & -0{,}10 & 0\end{vmatrix}\Rightarrow\left\{\begin{array}{l}\overrightarrow{\omega_4}=-4\cdot\vec{k}\,\dfrac{rad}{s}\\ \overrightarrow{v_D}=1{,}26\cdot\vec{j}\,\dfrac{m}{s}\end{array}\right.$$

3) En la figura adjunta, el diámetro del disco es de 1 m. y la longitud de la barra AB es de 1 m. El disco está rodando sin deslizamiento y el punto B se desliza sobre la superficie plana. Determinar **analíticamente** la velocidad angular de la barra AB y la velocidad del punto B.



El punto de contacto entre la rueda y la superficie plana (punto O_2) es el CIR I_{12} y por lo tanto no tiene velocidad.

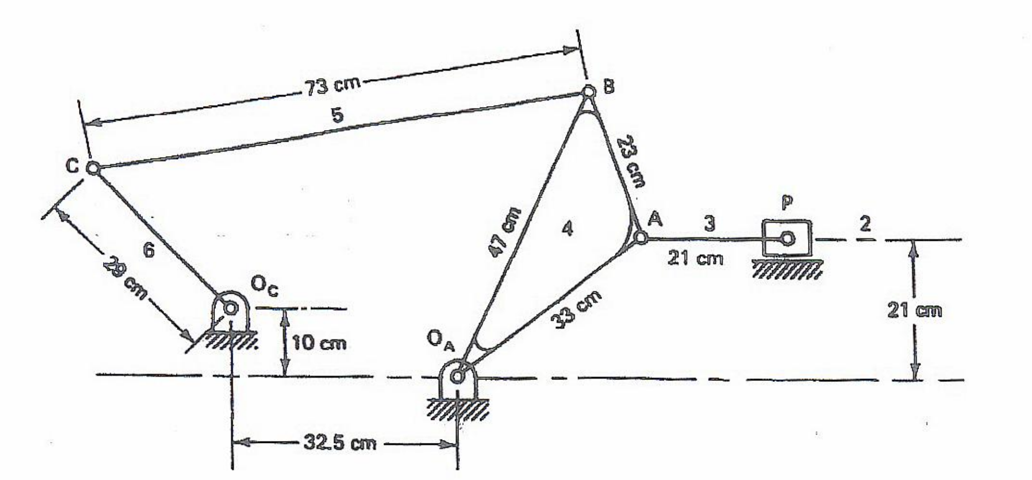
Si el centro de coordenadas es dicho punto O_2.

$$\overrightarrow{v_A} = \overrightarrow{v_{O_2}} + \overrightarrow{v_{AO_2}} = \overrightarrow{\omega_2} \times \overrightarrow{R_{AO_2}} = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ 0 & 0 & 4 \\ 0{,}5 & 0{,}5 & 0 \end{vmatrix} = -2 \cdot \vec{i} + 2 \cdot \vec{j}$$

$$\overrightarrow{v_B} = \overrightarrow{v_A} + \overrightarrow{v_{BA}} \Rightarrow v_B \cdot \vec{i} = -2 \cdot \vec{i} + 2 \cdot \vec{j} + \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ 0 & 0 & \omega_3 \\ 0{,}87 & -0{,}5 & 0 \end{vmatrix} \Rightarrow \begin{cases} v_B = -3{,}15 \dfrac{m}{s} \\ \omega_3 = -2{,}30 \dfrac{rad}{s} \end{cases}$$

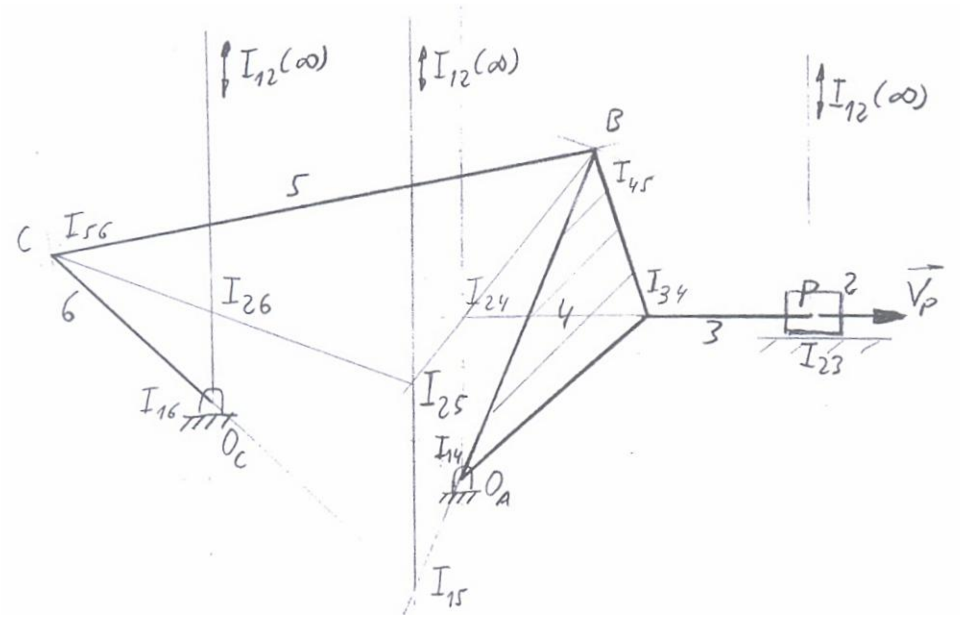
4) En el mecanismo de la figura, el punto P se mueve hacia la derecha con una velocidad V_P = 10 m/s. Obtener por el método de los CIR la velocidad angular del eslabón 6 para el instante mostrado.

Escala recomendada: $E_D = \dfrac{1\,\text{mm dibujo}}{10\,\text{mm reales}}$



$$V_P = V_{I_{26}} = 10 \frac{m}{s}$$

$$\overrightarrow{V_{I_{26}}} = \overrightarrow{V_{O_C}} + \overrightarrow{V_{I_{26}O_C}} = \overrightarrow{\omega_6} \times \overrightarrow{R_{I_{26}O_C}} \Rightarrow \omega_6 = \frac{V_{I_{26}O_6}}{R_{I_{26}O_6}} = \frac{10 \frac{m}{s}}{0{,}12m} = 83{,}3 \frac{rad}{s} (mmr)$$

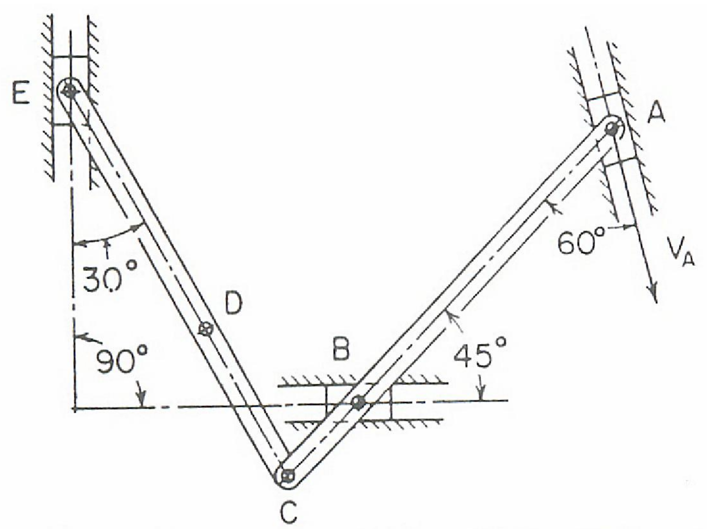


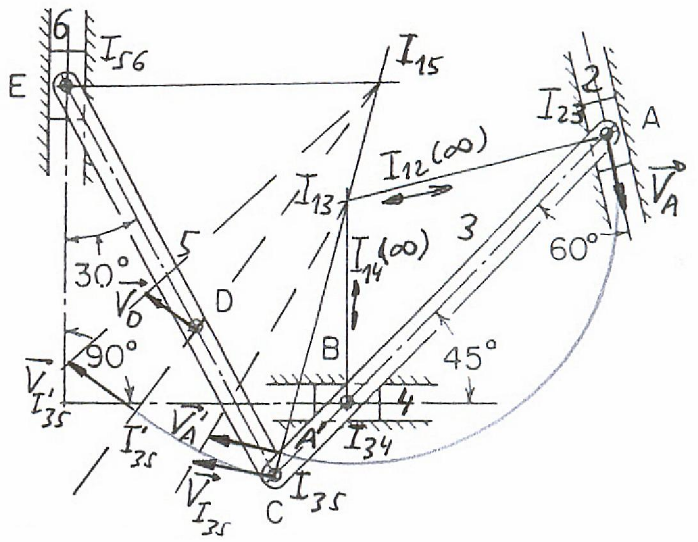
5) Dos barras rígidas, ABC y CDE, están articuladas entre sí en C y articuladas a los bloques deslizantes en las guías fijas en A, B, y E como se ve en la figura.

En la posición indicada la velocidad de A es igual a 5 cm/s.

Localizar el centro instantáneo de rotación de la barra CDE y determinar la velocidad del punto D.

Datos: AB = 13,65 cm, BC = 3,75 cm, CD = 6,25 cm, DE = 10 cm



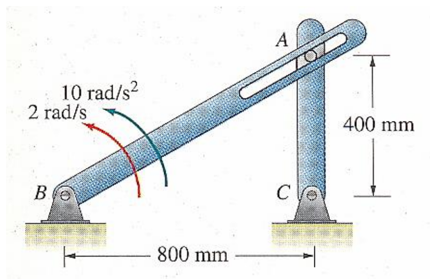


$$E_v = \frac{1\,\frac{cm}{s}}{2\,mm}$$

La solución es:

$$v_D \approx 4\,\frac{cm}{s}$$

6) La barra AB se mueve con la velocidad angular y aceleración angular mostradas.
   a. Determinar **analíticamente** la veloc. angular de la barra AC y la velocidad del pasador A respecto a la ranura de la barra AB.
   b. Determinar **analíticamente** la aceleración angular de AC y la aceleración del pasador A respecto a la ranura en la barra AB.



$$\left.\begin{array}{l}\overrightarrow{v_{A_3}}=\overrightarrow{v_{A_2}}+\overrightarrow{v_{A_{3/2}}}\\ \overrightarrow{v_{A_3}}=\overrightarrow{v_C}+\overrightarrow{v_{A_3C}}\\ \overrightarrow{v_{A_2}}=\overrightarrow{v_B}+\overrightarrow{v_{A_2B}}\end{array}\right\}\Rightarrow \overrightarrow{v_{A_3C}}=\overrightarrow{v_{A_2B}}+\overrightarrow{v_{A_{3/2}}}\ ;\overrightarrow{v_{A_2B}}=\overrightarrow{\omega_2}\times\overrightarrow{R_{A_2B}}=\begin{vmatrix}\vec{i} & \vec{j} & \vec{k}\\ 0 & 0 & 2\\ 0{,}8 & 0{,}4 & 0\end{vmatrix}=-0{,}8\cdot\vec{i}+1{,}6\cdot\vec{j}$$

$$\alpha=\operatorname{arc\,tg}\frac{0{,}4}{0{,}8}=26{,}6\,^{o};\ \overrightarrow{v_{A_{3/2}}}=v_{A_{3/2}}\cdot\cos 26{,}6\,^{o}\cdot\vec{i}+v_{A_{3/2}}\cdot\cos 26{,}6\,^{o}\cdot\vec{j}$$

$$\begin{vmatrix}\vec{i} & \vec{j} & \vec{k}\\ 0 & 0 & \omega_3\\ 0 & 0{,}4 & 0\end{vmatrix}=\left(-0{,}8\cdot\vec{i}+1{,}6\cdot\vec{j}\right)+\left(v_{A_{3/2}}\cdot\cos 26{,}6\,^{o}\cdot\vec{i}+v_{A_{3/2}}\cdot\cos 26{,}6\,^{o}\cdot\vec{j}\right)$$

$$\omega_3=10\frac{rad}{s};\overrightarrow{\omega_3}=10\cdot\vec{k};\ \ v_{A_{3/2}}=-3{,}58\frac{m}{s};\overrightarrow{v_{A_{3/2}}}=-3{,}2\cdot\vec{i}-1{,}6\cdot\vec{j}$$

$$\left.\begin{array}{l}\overrightarrow{A_{A_3}}=\overrightarrow{A_{A_2}}+\overrightarrow{A^{c}_{A_3A_2}}+\overrightarrow{A^{n}_{A_{3/2}}}+\overrightarrow{A^{t}_{A_{3/2}}}\\ \overrightarrow{A_{A_3}}=\overrightarrow{A_C}+\overrightarrow{A^{n}_{A_3C}}+\overrightarrow{A^{t}_{A_3C}}\\ \overrightarrow{A_{A_2}}=\overrightarrow{A_B}+\overrightarrow{A^{n}_{A_2B}}+\overrightarrow{A^{t}_{A_2B}}\end{array}\right\}\Rightarrow \overrightarrow{A^{n}_{A_3C}}+\overrightarrow{A^{t}_{A_3C}}=\overrightarrow{A^{n}_{A_2B}}+\overrightarrow{A^{t}_{A_2B}}+\overrightarrow{A^{c}_{A_3A_2}}+\overrightarrow{A^{t}_{A_{3/2}}}$$

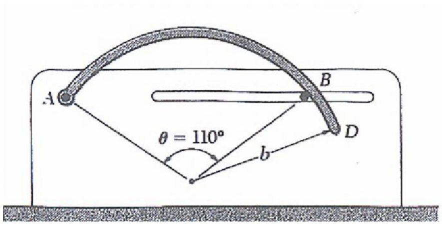
$$\overrightarrow{A^{n}_{A_2B}}=-\omega_2^2\cdot\overrightarrow{R_{A_2B}}=-3{,}2\cdot\vec{i}-1{,}6\cdot\vec{j}\ ;\ A^{t}_{A_2B}=\begin{vmatrix}\vec{i} & \vec{j} & \vec{k}\\ 0 & 0 & 10\\ 0{,}8 & 0{,}4 & 0\end{vmatrix};\ \overrightarrow{A^{c}_{A_{32}A_2}}=2\cdot\overrightarrow{\omega_2}\times\overrightarrow{v_{A_{3/2}}}=2\cdot$$

$$\cdot\begin{vmatrix}\vec{i} & \vec{j} & \vec{k}\\ 0 & 0 & 2\\ -3{,}2 & -1{,}6 & 0\end{vmatrix};\ A^{n}_{A_{3/2}}=\frac{v^2_{3_{2/2}}}{\rho}=0\,;\ \overrightarrow{A^{t}_{A_{3/2}}}=A^{t}_{A_{3/2}}\cdot\cos 26{,}6\,^{o}\cdot\vec{i}+A^{t}_{A_{3/2}}\cdot\cos 26{,}6\,^{o}\cdot\vec{j}$$

$$\overrightarrow{A^{n}_{A_3C}}=-\omega_3^2\cdot\overrightarrow{R_{A_3C}}=-1{,}6\cdot\vec{j}\,;\ \overrightarrow{A^{t}_{A_3C}}=\overrightarrow{\varepsilon_3}\times\overrightarrow{R_{A_3C}}=\begin{vmatrix}\vec{i} & \vec{j} & \vec{k}\\ 0 & 0 & \varepsilon_3\\ 0 & 0{,}4 & 0\end{vmatrix};$$

$$\overrightarrow{\varepsilon_3}=170\cdot\vec{k}\left(\frac{rad}{s^2}\right);\quad A^{t}_{A_{3/2}}=-75{,}13\frac{m}{s^2};\quad \overrightarrow{A^{t}_{A_{3/2}}}=-67{,}18\cdot\vec{i}-33{,}64\cdot\vec{j}=\overrightarrow{A_{A_{3/2}}}$$

7) La barra AD está doblada en forma de un arco de círculo de radio b = 200 mm. La posición de la barra se controla mediante el pasador B que resbala en la ranura horizontal y que también resbala a lo largo de la barra. Sabiendo que en el instante mostrado el pasador B se mueve hacia la derecha con una rapidez constante de 0,1 m/s, obtener de forma **analítica**:



a. Velocidad angular de la barra.

b. Aceleración angular de la barra.

$$\overrightarrow{v_{B_3}} = 0{,}1 \cdot \vec{i} \left(\frac{m}{s}\right)$$

$$\left.\begin{array}{l}\overrightarrow{v_{B_3}} = \overrightarrow{v_{B_2}} + \overrightarrow{v_{B_{3/2}}} \\ \overrightarrow{v_{B_2}} = \overrightarrow{v_A} + \overrightarrow{v_{B_2A}}\end{array}\right\} \Rightarrow \overrightarrow{v_{B_3}} = \overrightarrow{v_A} + \overrightarrow{v_{B_2A}} + \overrightarrow{v_{B_{3/2}}} \Rightarrow \overrightarrow{v_{B_3}} - \overrightarrow{v_{B_{3/2}}} = \overrightarrow{v_{B_2A}}$$

Aplicando el teorema del coseno:

$$\overline{AB}^2 = 200^2 + 200^2 - 2 \cdot 200 \cdot 200 \cdot \cos 110º \Rightarrow \overline{AB} = 327{,}66\ \text{mm} = 0{,}33\ \text{m}$$

$$\overrightarrow{v_{B_2A}} = \overrightarrow{\omega_2} \times \overrightarrow{R_{B_2A}} = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ 0 & 0 & \omega_2 \\ 0{,}33 & 0 & 0 \end{vmatrix} = 0{,}33 \cdot \omega_2 \cdot \vec{j};\ \overrightarrow{v_{B_{3/2}}} = v_{B_{3/2}} \cdot \cos\frac{110º}{2} \cdot \vec{i} - v_{B_{3/2}} \cdot \text{sen}\frac{110º}{2} \cdot \vec{j}$$

$$0{,}1 \cdot \vec{i} - v_{B_{3/2}} \cdot \cos\frac{110º}{2} \cdot \vec{i} + v_{B_{3/2}} \cdot \text{sen}\frac{110º}{2} \cdot \vec{j} = 0{,}33 \cdot \omega_2 \cdot \vec{j} \Rightarrow \begin{cases} v_{B_{3/2}} = 0{,}17\ \dfrac{m}{s} \\ \omega_2 = 0{,}42\ \dfrac{rad}{s} \end{cases}$$

$$\left.\begin{array}{l}\overrightarrow{A_{B_3}} = \overrightarrow{A_{B_2}} + \overrightarrow{A^c_{B_3B_2}} + \overrightarrow{A^n_{B_{3/2}}} + \overrightarrow{A^t_{B_{3/2}}} \\ \overrightarrow{A_{B_2}} = \overrightarrow{A_A} + \overrightarrow{A^n_{B_2A}} + \overrightarrow{A^t_{B_2A}}\end{array}\right\} \Rightarrow 0 = \overrightarrow{A^n_{B_2A}} + \overrightarrow{A^t_{B_2A}} + \overrightarrow{A^c_{B_3B_2}} + \overrightarrow{A^n_{B_{3/2}}} + \overrightarrow{A^t_{B_{3/2}}}$$

$$\overrightarrow{A^n_{B_2A}} = -\omega_2^2 \cdot \overrightarrow{R_{B_2A}} = -0{,}058 \cdot \vec{i}\left(\frac{m}{s^2}\right);\ \overrightarrow{A^t_{B_2A}} = \overrightarrow{\varepsilon_2} \times \overrightarrow{R_{B_2A}} = 0{,}33 \cdot \varepsilon_2 \cdot \vec{j};\ \overrightarrow{A^c_{B_3B_2}} = 2 \cdot \overrightarrow{\omega_2} \times \overrightarrow{v_{B_{3/2}}} =$$

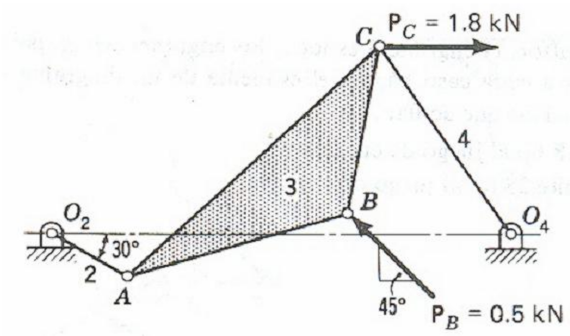
$$= 0{,}117 \cdot \vec{i} + 0{,}082 \cdot \vec{j};\ \overrightarrow{A^n_{B_{3/2}}} = \frac{v^2_{B_{3/2}}}{\rho} \cdot \vec{n} = \frac{0{,}17^2}{0{,}2} \cdot \left(-\text{sen}\frac{110º}{2} \cdot \vec{i} - \cos\frac{110º}{2} \cdot \vec{j}\right) = -0{,}118 \cdot \vec{i} - 0{,}083 \cdot \vec{j};$$

$$\overrightarrow{A^t_{B_{3/2}}} = A^t_{B_{3/2}} \cdot \vec{t} = A^t_{B_{3/2}} \cdot \left(\cos\frac{110º}{2} \cdot \vec{i} - \text{sen}\frac{110º}{2} \cdot \vec{j}\right);\quad \varepsilon_2 = 0{,}26\frac{rad}{s^2}$$

8)

a. Determinar el par motor que hay que aplicar a la barra de entrada para equilibrar estáticamente el mecanismo. Dibujar el diagrama de cuerpo libre de todos los eslabones.

b. Determinar el par motor que habría que aplicar, en el caso de que P_B fuese horizontal con sentido hacia la izquierda.



Datos: O_2A = 75 mm, AB = O_4C = 200 mm, AC = 300 mm, BC =150 mm, O_2O_4 = 400 mm.

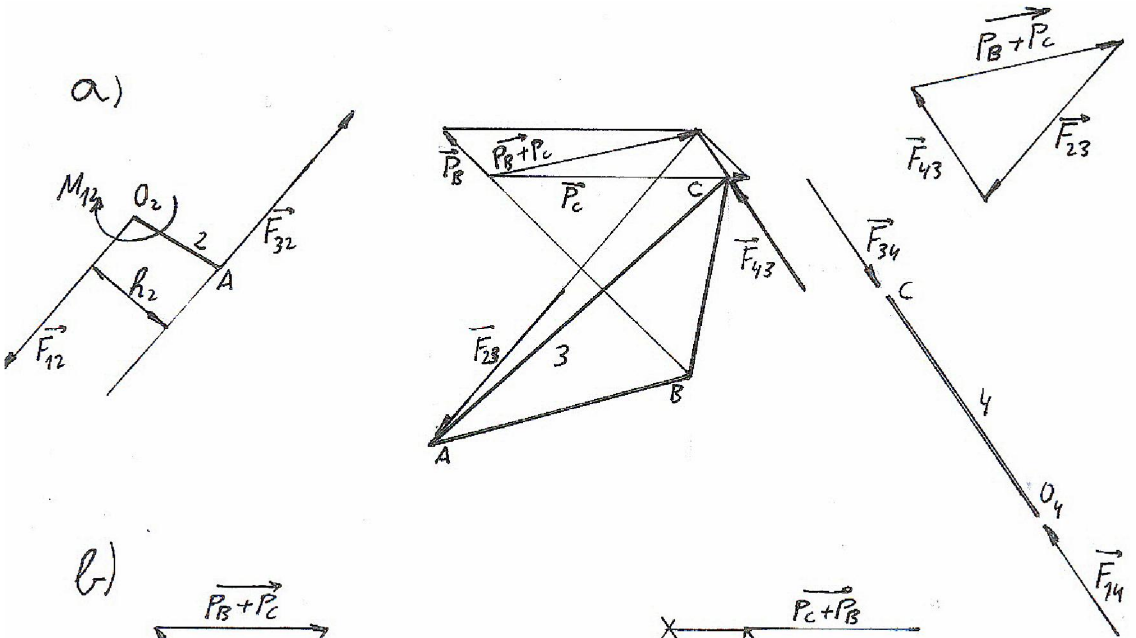
$$E_D = \frac{1\,\text{mm dibujo}}{5\,\text{mm reales}}; \quad E_F = \frac{1\,\text{mm}}{50\,\text{N}};$$

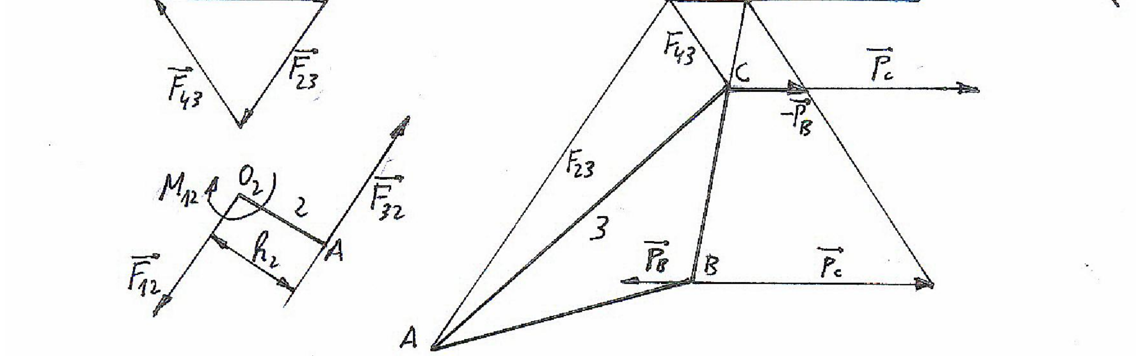
a)

$$F_{23} = -F_{32} = F_{12} = 1{,}55\,\text{kN}; \quad F_{34} = -F_{43} = -F_{14} = 1\,\text{kN};$$
$$h_2 = 0{,}070\,\text{m}; \; M_{12} = 108{,}5\,\text{N}\cdot\text{m}$$

b)

$$F_{32} = 1{,}15\,\text{kN}; h_2 = 0{,}075\,\text{m}; \; M_{12} = 86{,}25\,\text{N}\cdot\text{m}$$

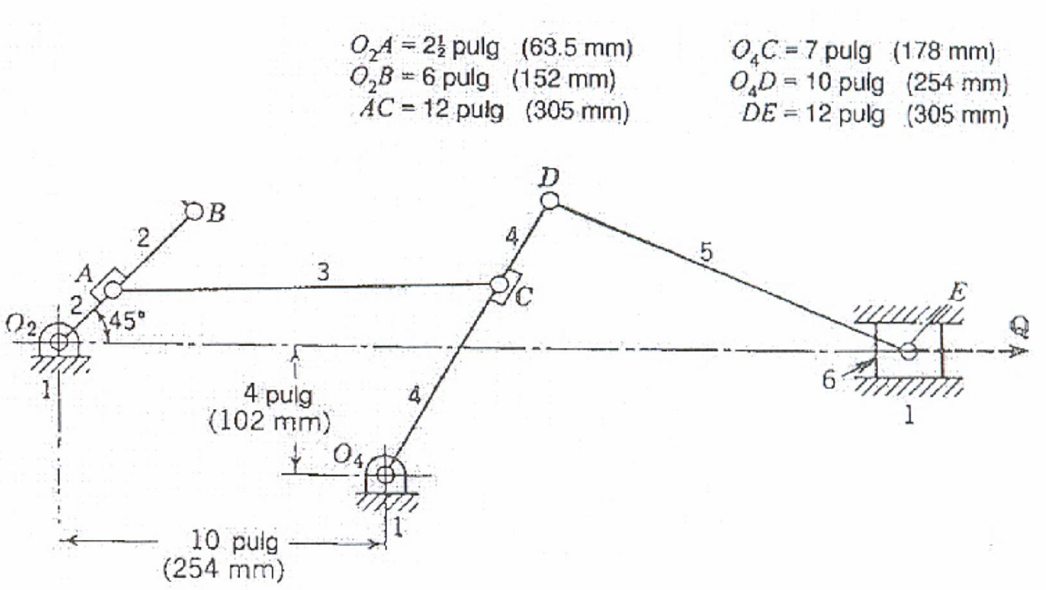




Nota: la línea de acción del vector suma (fuerza resultante) se puede calcular analíticamente aplicando el teorema de Varignon.

9) Determinar la fuerza mínima que hay que aplicar en B para equilibrar estáticamente el mecanismo si Q = 10 kN. Dibujar el diagrama de cuerpo libre de todos los eslabones.

Nota: resolver el problema utilizando unidades del Sistema Internacional.

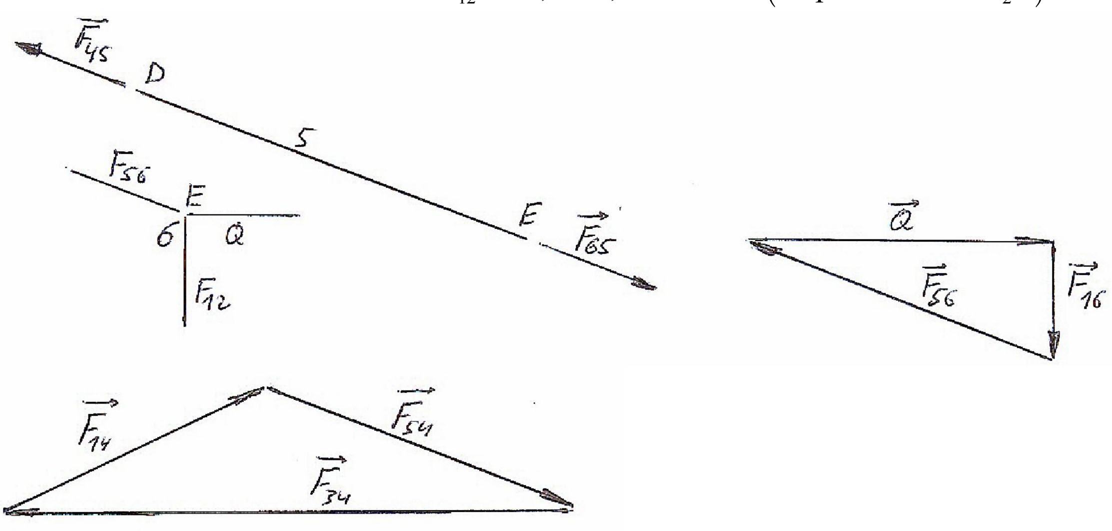


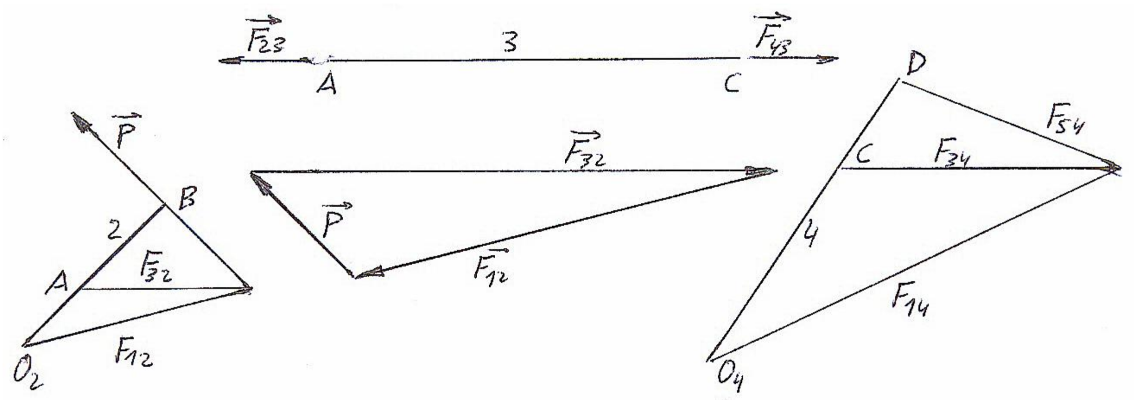
$$E_D = \frac{1\,\text{mm dibujo}}{5\,\text{mm reales}};\quad E_F = \frac{1\,\text{mm}}{200\,\text{N}};$$

$F_{16} = 3{,}8\,\text{kN};\quad F_{56} = -F_{65} = F_{45} = -F_{54} = 11{,}8\,\text{kN}$

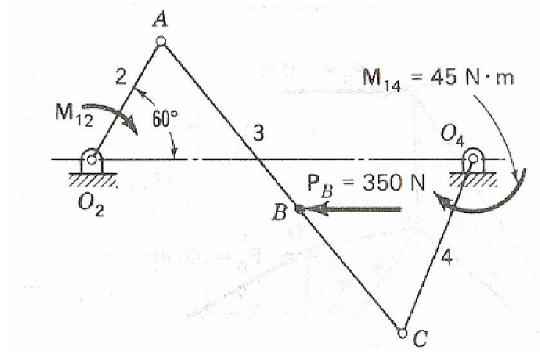
$F_{14} = 8{,}6\,\text{kN};\quad F_{34} = -F_{43} = F_{23} = -F_{32} = 17\,\text{kN}$

$F_{12} = 15{,}6\,\text{kN};\quad P = 5\,\text{kN}\ \left(\text{Perpendicular a } \overline{O_2B}\right)$





10) ¿Qué momento de torsión M_{12} se debe aplicar a la barra 2 para conservar el equilibrio estático?. Dibujar el diagrama de cuerpo libre de las barras 2 y 3.

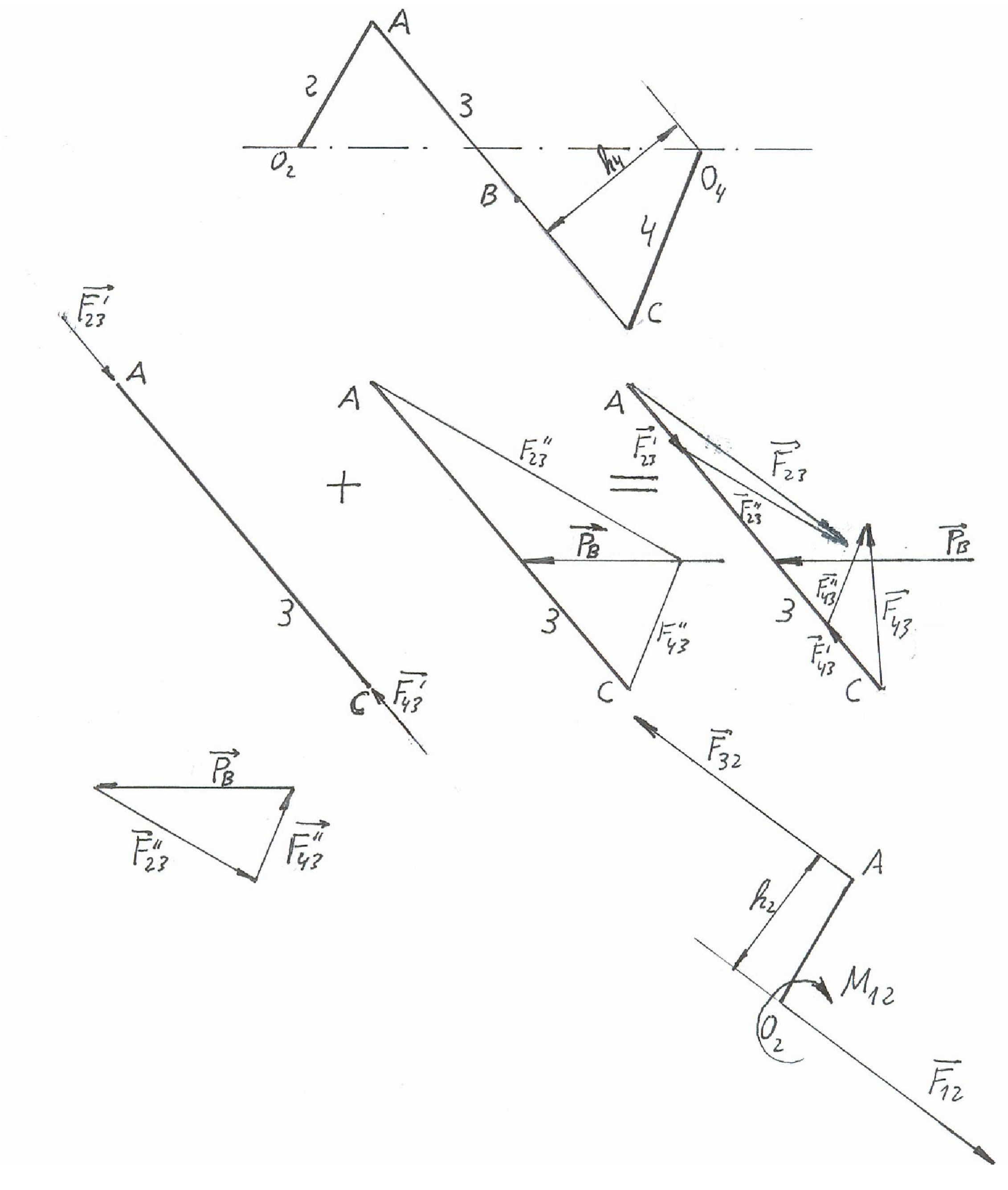


Datos: O_2A = 250 mm, AB = 400 mm, AC = O_2O_4 = 700 mm, O_4C = 350 mm.

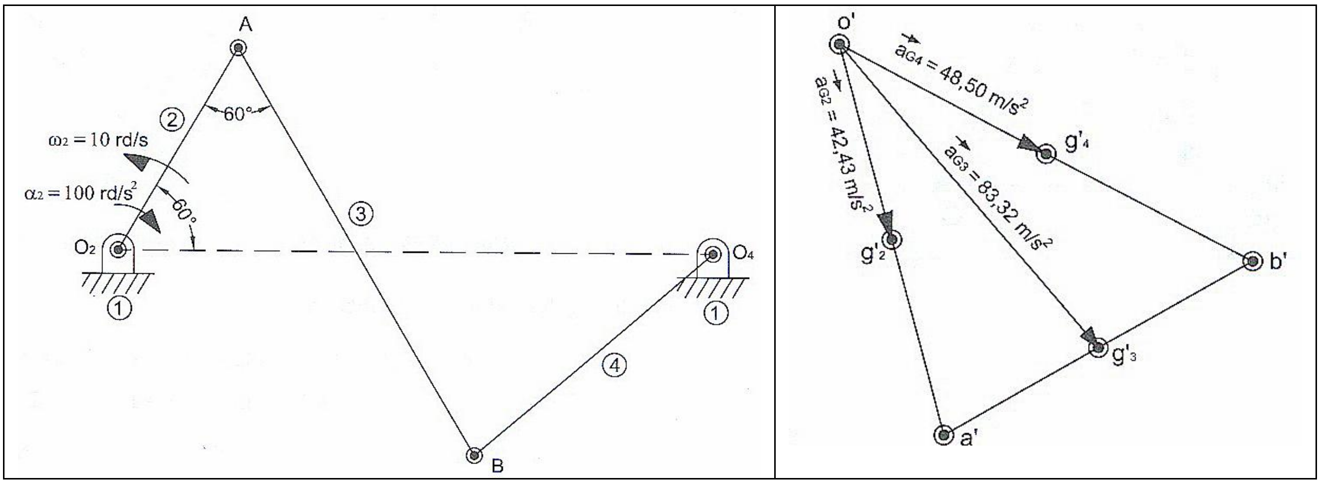
$$E_D = \frac{1\,\text{mm dibujo}}{10\,\text{mm reales}}; \qquad E_F = \frac{1\,\text{mm}}{10\,\text{N}}$$

$$h_4 = 0{,}3\,\text{m}\,;\quad F'_{43} = \frac{45\,\text{N}\cdot\text{m}}{0{,}3\,\text{m}} = 150\,\text{N} = -F'_{23}\,;\quad F''_{23} = 330\,\text{N};\, F''_{43} = 180\,\text{N};$$

$$F_{43} = 290\,\text{N};\, F_{23} = -F_{32} = F_{12} = 470\,\text{N}\,;\quad h_2 = 0{,}25\,\text{m};\quad M_{12} = 470\,\text{N}\cdot 0{,}25\,\text{m} = 117{,}5\,\text{N}\cdot\text{m}$$



11) En el mecanismo de la figura, con los datos indicados, calcular y representar gráficamente la resultante de las fuerzas de inercia en cada una de las barras.



$O_2A = 60$ cm, $AB = 120$ cm, $O_2O_4 = 150$ cm., $m_2 = 0.500$ kg, $m_3 = 0{,}742$ kg, $m_4 = 0{,}600$ kg, $I_{G2} = 0{,}062$ kg·m^2, $I_{G3} = 0{,}172$ kg·m^2, $I_{G4} = 0{,}108$ kg·m^2, $\alpha_3 = 61{,}54$ rad/s^2(antihorario), $\alpha_4 = 113{,}85$ rad/s^2(horario).

G_2, G_3 y G_4 se sitúan respectivamente en el punto medio de las barras 2, 3 y 4.

$$\overrightarrow{F_{i_2}} = -m_2 \cdot \overrightarrow{A_{G_2}};\quad F_{i_2} = 21{,}21\,\mathrm{N}$$

$$\overrightarrow{M_{i_2}} = -I_{G_2} \cdot \overrightarrow{\alpha_2};\quad M_{i_2} = 6{,}20\,\mathrm{N \cdot m}$$

$$\overrightarrow{F_{i_3}} = -m_3 \cdot \overrightarrow{A_{G_3}};\quad F_{i_3} = 61{,}82\,\mathrm{N}$$

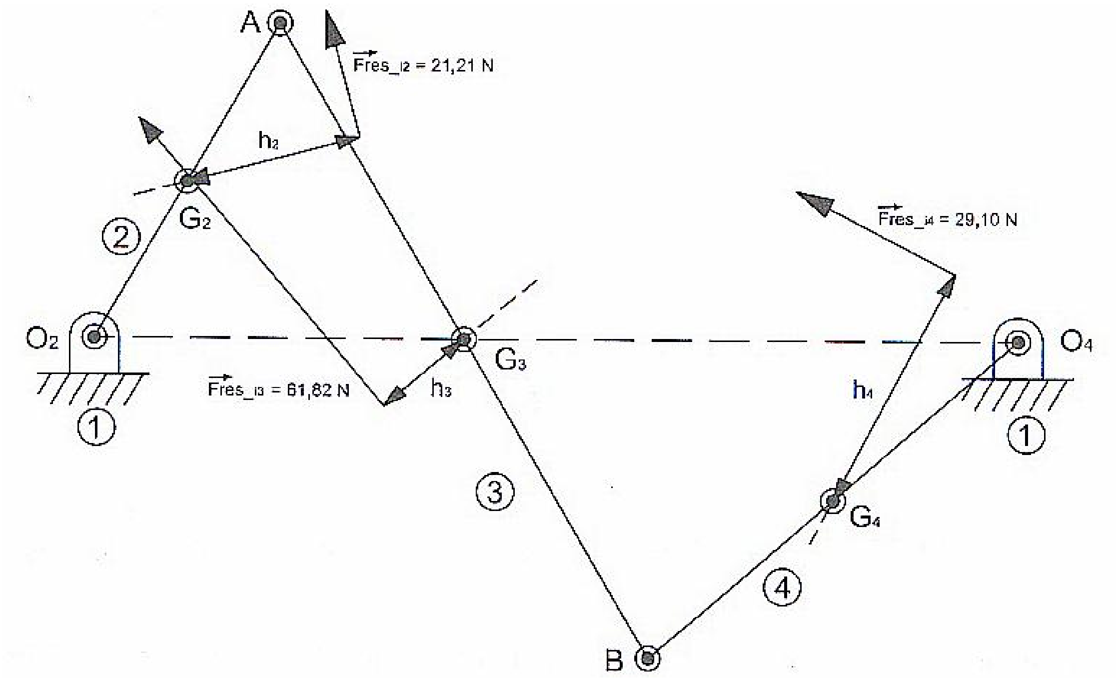
$$\overrightarrow{M_{i_3}} = -I_{G_3} \cdot \overrightarrow{\alpha_3};\quad M_{i_3} = 10{,}58\,\mathrm{N \cdot m}$$

$$\overrightarrow{F_{i_4}} = -m_4 \cdot \overrightarrow{A_{G_4}};\quad F_{i_4} = 29{,}10\,\mathrm{N}$$

$$\overrightarrow{M_{i_4}} = -I_{G_4} \cdot \overrightarrow{\alpha_4};\quad M_{i_4} = 12{,}30\,\mathrm{N \cdot m}$$

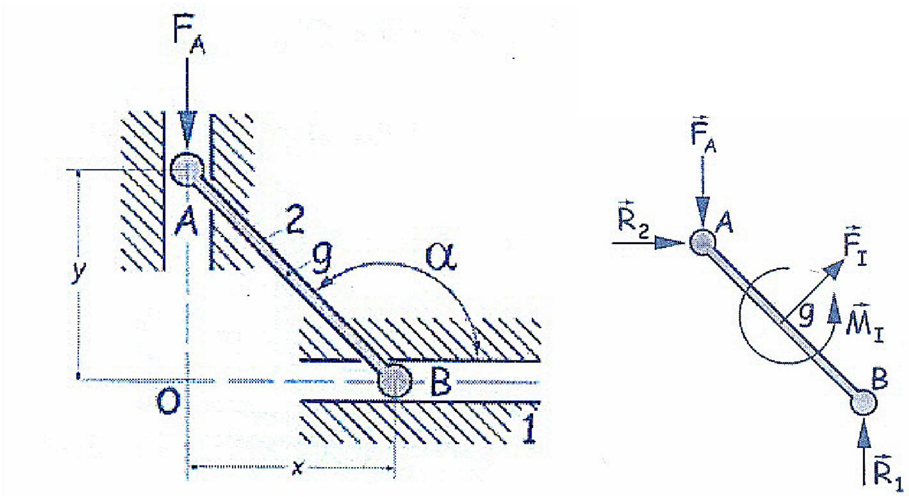
$$h_2 = \frac{M_{i_2}}{F_{i_2}} = 0{,}29\,\mathrm{m},\quad h_3 = \frac{M_{i_3}}{F_{i_3}} = 0{,}17\,\mathrm{m}$$

$$h_4 = \frac{M_{i_4}}{F_{i_4}} = 0{,}42\,\mathrm{m}$$



12) Determinar analíticamente la fuerza $\overrightarrow{F_A}$ necesaria para que el punto A de la barra 2 se mueva con una velocidad $V_A = 12{,}6 \cdot \vec{j}\ (\mathrm{m/s})$.

Datos: OB = 6 m, OA = 8 m, Ag = 5 m, m_2 = 2,2 Kg, Ig_2 = 0,0479 kg·m^2, α = 126,97º, $\vec{\omega} = -2{,}1 \cdot \vec{k}\ (\mathrm{rad/s})$, $\varepsilon = -5{,}88 \cdot \vec{k}\,(\mathrm{rad/s^2})$, $\overrightarrow{Ag_2} = 36{,}75 \cdot \vec{i}\,(\mathrm{m/s^2})$



$$\overrightarrow{F_i} = -m_2 \cdot \overrightarrow{A_{g_2}} = -2{,}2 \cdot 36{,}75 \cdot \vec{i} = -80{,}85 \cdot \vec{i}\,(\mathrm{N})$$

$$\overrightarrow{M_i} = -I_{g_2} \cdot \overrightarrow{\varepsilon_2} = -0{,}0479 \cdot \left(-5{,}88 \cdot \vec{k}\right) = 0{,}2817 \cdot \vec{k}$$

$$\sum \overrightarrow{M_A} = 0 \Rightarrow \overrightarrow{R_{BA}} \times \overrightarrow{R_1} + \overrightarrow{R_{gA}} \times \overrightarrow{F_i} + \overrightarrow{M_i} = 0$$

$$\begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ 6 & -8 & 0 \\ 0 & R_1 & 0 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ 5\cdot\cos(180-126{,}87) & -5\cdot\operatorname{sen}(180-126{,}87) & 0 \\ -80{,}85 & 0 & 0 \end{vmatrix} + \left[-0{,}0479\cdot\left(-5{,}88\cdot\vec{k}\right)\right] = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow R_1 = 53{,}85\ \text{N};\ \overrightarrow{R_1} = 53{,}85\cdot\vec{j}\ (\text{N})$$

$$\sum\vec{F} = 0 \Rightarrow R_2\cdot\vec{i} + \left(-F_A\cdot\vec{j}\right) - 80{,}85\cdot\vec{i} + 53{,}85\cdot\vec{j} = 0 \Rightarrow \begin{cases} R_2 = 80{,}85\ \text{N} \\ F_A = 53{,}85\ \text{N} \end{cases}$$

$$\overrightarrow{R_2} = 80{,}85\cdot\vec{i}\,(\text{N}); \qquad \overrightarrow{F_A} = -53{,}85\cdot\vec{j}\,(\text{N})$$