ESPOL

(MECG1020)

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN

CINEMÁTICA DE MAQUINARIAS

EXAMEN PARCIAL

Nombres: Livingston Castro
Apellidos:
No. de matrícula
Fecha de emisión: 29/11/2017

NOTA: Durante la resolución de la presente evaluación, como durante el desarrollo de todo el contenido del curso de Cinemática de Maquinaria, los estudiantes deben actuar acorde al código de ética y al reglamento de estudios de pregrado de ESPOL.

Firma: Solución
C.I.:

Instrucciones:

1.) Este es un examen en el que no se permite ningún tipo de apuntes o libro.
2.) Marcar de forma específica las respuestas.
3.) Procedimiento de resolución debe ser claro y conciso.
4.) La duración del presente examen es de 120 min.

(MECG1020)

Problema 1.) (1 puntos)

Determine la movilidad del mecanismo mostrado en la figura 1.

A.) 1
B.) 2
C.) 3
D.) 4

$M = 3(N-1) - 2J_1 - J_2$

$N = 4$

$J_1 = 4$

$J_2 = 0$

$\Rightarrow M = 3(4-1) - 2(4) - 0$

$\boxed{M = +1}$

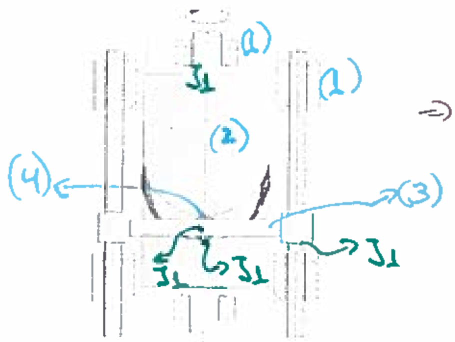


Figura 1. "Sistema leva-seguidor". Fuente: Norton, R. L. (2004).

Problema 2.) (14 puntos)

Considerando el mecanismo articulado ("robot paralelo") mostrado en la figura 2 (lado izquierdo), esquematizar en el espacio provisto junto a dicha figura (lado derecho) los rangos en los que la junta tres podría operar de forma correcta, en cuales no y los puntos críticos, es decir en los que la transmisión sería ideal y en los que el sistema presentaría trabamientos.

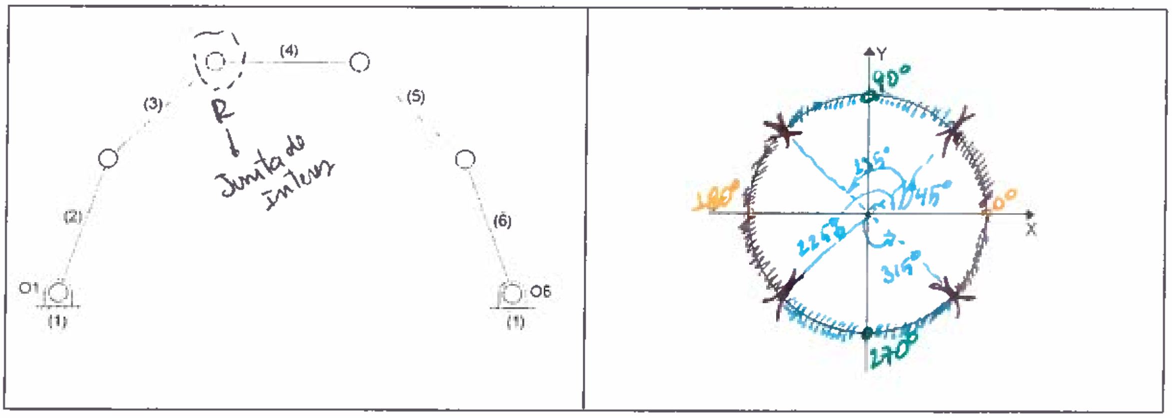


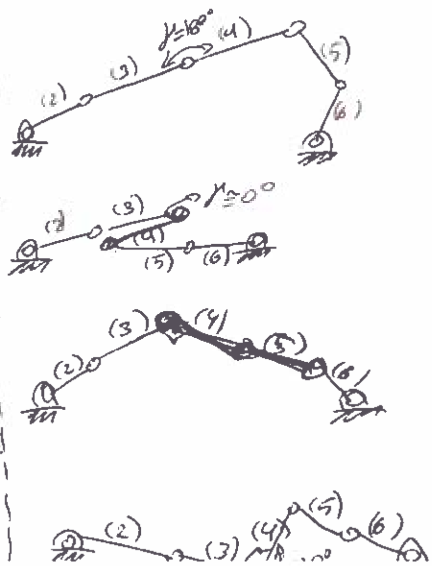
Figura 2. Mecanismo articulado (paralelo). Fuente: Çastro-Valladares, L.D. (2017) elaboración propia.

$\boxed{90° \text{ y } 270°}$ → máxima transmisión
→ Recomendado

$\boxed{0° \text{ y } 180°}$ → Trabamientos
Puntos muertos

$\boxed{(45°, 135°) \quad (225°, 315°)}$ → Recomendable rango de operación

$\boxed{(315°, 45°) \quad (135°, 225°)}$ → no se recomienda operación
↑ riesgo, Fallas, desgastes, vibraciones, otr.



(MECG1020)

Problema 3.) (15 puntos)

Para el mecanismo intermitente mostrado en la figura 3, usando el método de vectores unitarios, determinar $\vec{V}_{salida}$ cuando el ángulo de entrada (θ_2) presenta los valores mostrados en la tabla 1.

NOTA: $|\vec{\omega}_2| = 20\, {}^{rad}/_{s}$. Asumir velocidad constante. Además, la distancia entre los centros O2-A es de 30 cm.

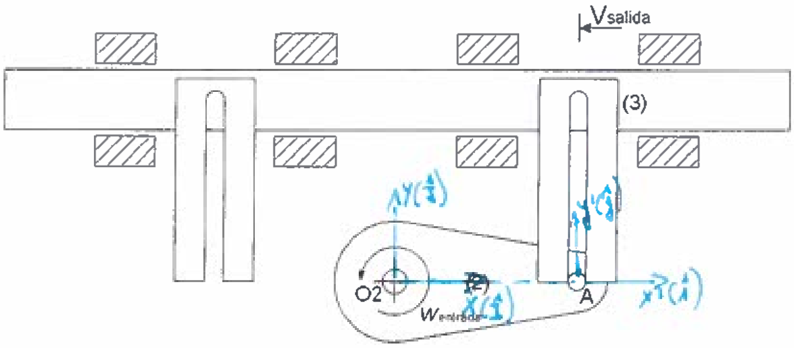
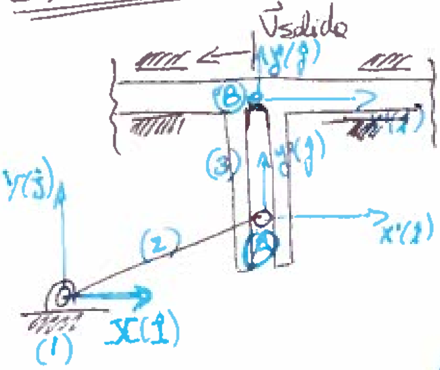


Figura 3. Mecanismo de Ginebra con salida lineal. Fuente: Castro-Valladares, L.D. (2017) elaboración propia.

Tabla 1. $\vec{V}_{salida}$ en función de θ_2. Castro-Valladares, L.D. (2017) elaboración propia.

θ_2 (°)	$\vec{V}_{salida}$ (m/s)
0°	0
45°	$-3\sqrt{2}$
90°	-6
135°	$-3\sqrt{2}$
180°	0

Demostración:



$$\vec{V}_B = \vec{V}_A + \vec{V} + (\vec{\omega}_3 \times \vec{r}_{B/A})$$

$$|\vec{V}_{salida}| \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} = |\vec{V}_A| \begin{pmatrix} \cos(90° + \theta_2) \\ \sin(90° + \theta_2) \\ 0 \end{pmatrix} + |\vec{V}| \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix} + \cancel{(\vec{\omega}_3 \times \vec{r}_{B/A})}^{\vec{0}}$$

$$\Rightarrow \boxed{(i): \; |\vec{V}_{salida}| = |\vec{V}_A| \cos(90° + \theta_2)} \; (*)$$

$$(j): \; 0 = |\vec{V}_A| \sin(90° + \theta_2) + |\vec{V}|$$

$$\therefore \; |\vec{V}_{salida}| = |\vec{V}_A| \cos(90° + \theta_2)$$

$$|\vec{V}_A| = |\vec{\omega}_2| |\vec{r}_{A/O_2}| \sin(90°)^{\nearrow 1} = (20\, \text{rad}/s)\left(\frac{30\, cm}{100}\right) = \boxed{6\, (m/s)}$$

Problema 4.) (30 puntos)

Aplicando el método grafo-analítico para analizar el mecanismo mostrado en el plano adjunto, determinar:

a.) La imagen de velocidades del eslabón (3).
b.) Estimar $\vec{V}_c$.
c.) La imagen de aceleraciones del eslabón (3)
d.) Estimar $\vec{A}_c$.

NOTA: $\bar{\omega}_2 = 25(\frac{rad}{s})$

Nota: el desarrollo gráfico se deberá realizar en plano proporcionado en la siguiente página (escala 1:1). Además, en esta hoja, puede escribir las respuestas de forma concisa y ordenada.

I.) Sistema de referencia

Dimensiones: $|\vec{r}_{A/O_2}| = 38\,mm$; $|\vec{r}_{B/O_4}| = 38\,mm$; $|\vec{r}_{B/A}| = 76.5\,mm$; $|\vec{r}_{C/A}| = 57.5\,mm$; $|\vec{r}_{C/B}| = 38.5\,mm$

II.) Escala de Posición $\Rightarrow \boxed{1:1}$

III.) Velocidad

$$|\vec{V}_A| = |\vec{\omega}_2||\vec{r}_{A/O_2}|\cancel{\sin 90^\circ}^{1} = (25\,rad/s)(38\,mm) = 950\,(mm/s)$$

Escala de velocidades: $\boxed{\frac{V_D}{V_R} = \frac{4\,cm}{950\,(mm/s)}}$

$\boxed{\vec{V}_B = \vec{V}_A + \vec{V} + (\vec{\omega}_3 \times \vec{r}_{B/A})} \longrightarrow$ Por facilidad → Trabajar todo en el sistema ~~xy~~z)'

$$\vec{V}_A = |\vec{V}_A| \begin{pmatrix} \cos\theta_A \\ \sin\theta_A \\ 0 \end{pmatrix}_{(xyz)'}$$

$\vec{V} = \vec{0}$

$$(\vec{\omega}_3 \times \vec{r}_{B/A}) = |\vec{\omega}_3| \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} \times |\vec{r}_{B/A}| \begin{pmatrix} -1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} = |\vec{\omega}_3||\vec{r}_{B/A}| \begin{pmatrix} 0 \\ -1 \\ 0 \end{pmatrix}$$

→ En base al gráfico, el sentido es el contrario, porque sino, el polígono no cerraría.

$\longrightarrow \boxed{|\vec{\omega}_4| = 19.69\,(rad/s)}$ ⊛

$|\vec{V}_B| \cong 31.5\,mm = 3.15\,cm \longrightarrow \boxed{|\vec{V}_B| = 748.13\,(mm/s)}$

$|\vec{\omega}_3 \times \vec{r}_{B/A}| \cong 3.15\,cm \longrightarrow |\vec{\omega}_3 \times \vec{r}_{B/A}| \cong 748.13\,(mm/s) \longrightarrow \boxed{|\vec{\omega}_3| \cong 9.78\,(rad/s)}$

$$\Rightarrow \boxed{\vec{\omega}_3 = (9.78)\begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ -1 \end{pmatrix}}$$ ⊛

$\vec{V}_C = \vec{V}_A + (\vec{V}_{C/A}) \rightarrow (\vec{\omega}_3 \times \vec{r}_{C/A})$

$\vec{V}_C = \vec{V}_B + (\vec{V}_{C/B}) \rightarrow (\vec{\omega}_3 \times \vec{r}_{C/B})$

$|\vec{V}_C| = (42.5\,mm) \Rightarrow 1009.38\,(mm/s)$

$\rightarrow \vec{V}_C = (1009.38\,(mm/s))$; $\theta = 177.5^\circ$

IV.) Aceleración

$|\vec{A}_A^n| = |\vec{\omega}_2|^2 |\vec{r}_{A/O_2}| = (25)^2(38mm) = \boxed{23750 (mm/s^2)}$

Escala de aceleración 3 $\boxed{\frac{A_D}{A_R} = \frac{5cm}{23750 (mm/s^2)}}$

$\vec{A}_B = \vec{A}_A + \cancel{\vec{A}} + \cancel{2(\vec{\omega}_3 \times \vec{v})} + (\vec{\alpha}_3 \times \vec{r}_{B/A}) + \vec{\omega}_3 \times (\vec{\omega}_3 \times \vec{r}_{B/A})$

$\hookrightarrow \vec{A}_B = \vec{A}_B^n + \vec{A}_B^t \longrightarrow |\vec{A}_B^n| = |\vec{\omega}_4|^2 |\vec{r}_{B/O_4}| = (19.69)^2(38mm) = 14732.45 (mm/s^2)$

$\vec{A}_A = \vec{A}_A^n + \cancel{\vec{A}_A^t} \to \vec{0}$ → con escala ⇒ $\boxed{|\vec{A}_B^n| \cong 3.1 \, cm}$ → dirección $\parallel$ al $\vec{r}_{B/O_4}$

$|\vec{A}_B^t| = |\vec{\alpha}_4||\vec{r}_{B/O_4}| = ??$ → dirección $\parallel$ $\vec{V}_B$ ($\perp$ al $\vec{r}_{B/O_4}$)

$\vec{A}_B^t + \vec{A}_B^n = \vec{A}_A^n + (\vec{\alpha}_3 \times \vec{r}_{B/A}) + \vec{\omega}_3 \times (\vec{\omega}_3 \times \vec{r}_{B/A})$

$\underbrace{\hat{k} \times (-\hat{\imath})}_{-\hat{\jmath}}$ $\quad -\hat{k} \times \underbrace{(-\hat{k} \times (-\hat{\imath}))}_{-\hat{k} \times \hat{\jmath}}$

$|\vec{\omega}_3 \times (\vec{\omega}_3 \times \vec{r}_{B/A})| = |\vec{\omega}_3|^2 |\vec{r}_{B/A}| = (9.78)^2(76.5mm)$
$= 7317.10 (mm/s^2)$

→ con escala ⇒ $\boxed{\cong 1.54 \, cm}$

$|\vec{r}_B^t| = 4.3 cm \longrightarrow \boxed{|\vec{A}_B^t| = 20425 (mm/s^2)}$

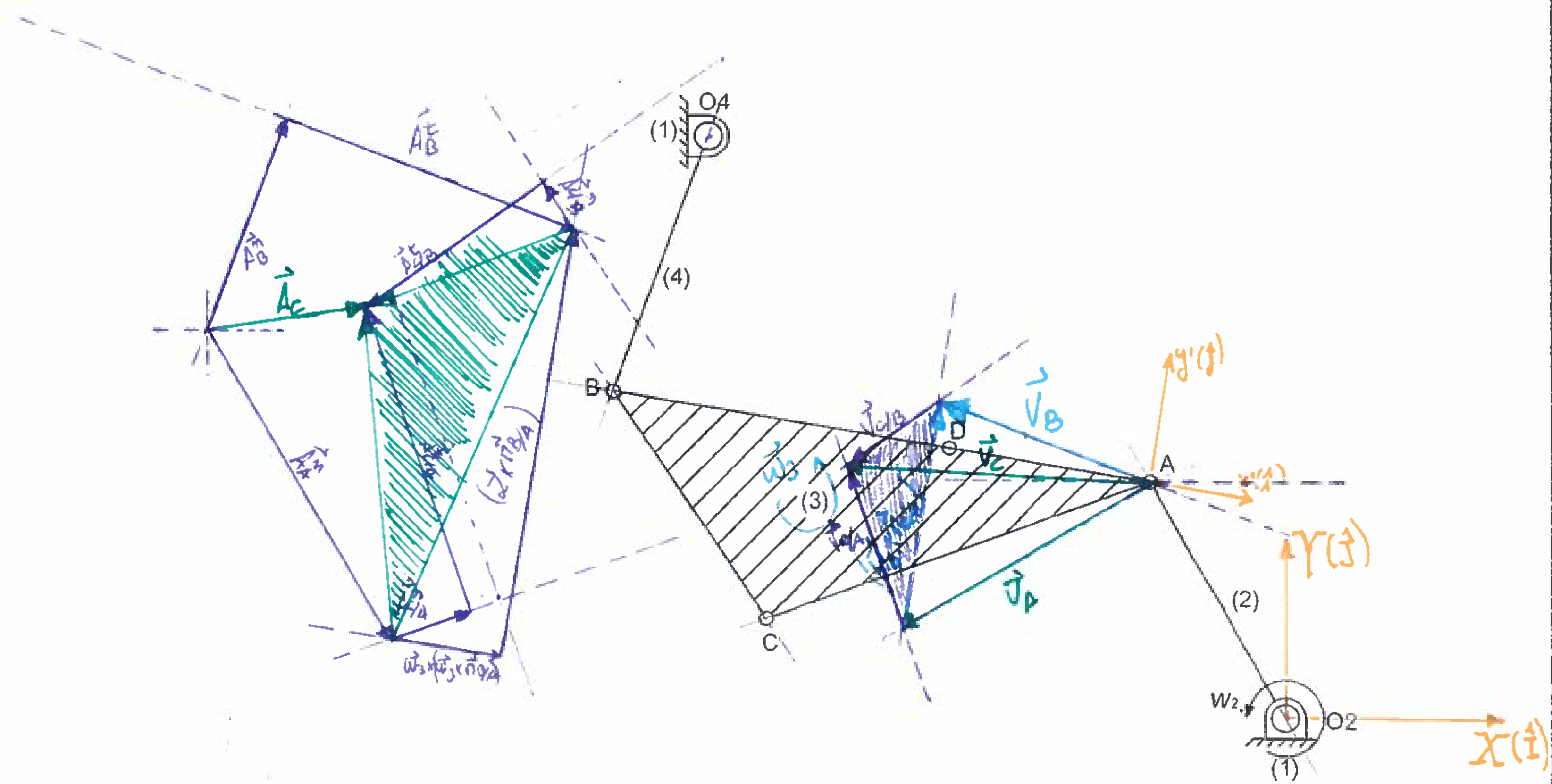
$|\vec{\alpha}_3 \times \vec{r}_{B/A}| = 6cm \Rightarrow \boxed{|\vec{\alpha}_3 \times \vec{r}_{B/A}| = 28500 (mm/s^2)}$ → $\boxed{|\vec{\alpha}_3| = 372.55 (rad/s^2)}$ → acorde al gráfico → va en antihorario $\boxed{-\hat{k}}$

$\vec{A}_C = \vec{A}_A + \cancel{\vec{A}} + \cancel{2(\vec{\omega}_3 \times \vec{v})} + (\vec{\alpha}_3 \times \vec{r}_{B/A}) + \vec{\omega}_3 \times (\vec{\omega}_3 \times \vec{r}_{C/A})$

$\vec{A}_C = \vec{A}_A + \underbrace{(\vec{\alpha}_3 \times \vec{r}_{C/A})}_{\perp \vec{r}_{C/A}} + \underbrace{\vec{\omega}_3 \times (\vec{\omega}_3 \times \vec{r}_{C/A})}_{\parallel \vec{r}_{C/A}} \longrightarrow |\vec{\alpha}_3 \times \vec{r}_{C/A}| = 4.5 cm \;/\; |\vec{\omega}_3 \times (\vec{\omega}_3 \times \vec{r}_{C/A})| = 1.16 cm$

$\vec{A}_C = \vec{A}_B + \underbrace{(\vec{\alpha}_3 \times \vec{r}_{C/B})}_{\perp \vec{r}_{C/B}} + \underbrace{(\vec{\omega}_3 \times (\vec{\omega}_3 \times \vec{r}_{C/B}))}_{\parallel \vec{r}_{C/B}} \longrightarrow |\vec{\alpha}_3 \times \vec{r}_{C/B}| = 3.02 cm \;/\; |\vec{\omega}_3 \times (\vec{\omega}_3 \times \vec{r}_{C/B})| = 0.78 cm$

$|\vec{A}_C| \cong 2.2 cm \Rightarrow$ con escala $\Rightarrow \boxed{|\vec{A}_C| \cong 10450 (mm/s^2)}$ (A) $\rightarrow \vec{A}_C = (10450 (mm/s^2)) \angle 10°$



Dibujado por: Ing. L. Castro, M.S.M.E.

(MECG1020)

$\boxed{\dot{\theta}_2 = \text{constante}}$ → asumo, dado que no se indicó lo contrario

$\Rightarrow \boxed{\ddot{\theta}_2 = 0}$

Problema 5.) (15 puntos)

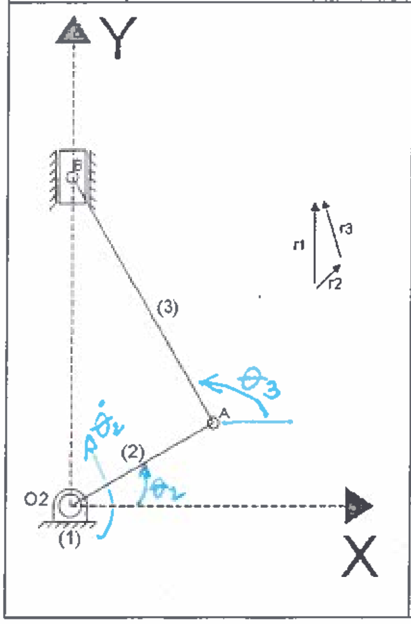
Dadas los siguientes parámetros de entrada para el sistema mostrado en la figura 5, computar los parámetros de salida especificados en la tabla 2.

Tabla 2. $\vec{V}_{salida}$ en función de θ_2. Castro-Valladares, L.D. (2017) elaboración propia.

Variables de ingreso		Variables de salida	
θ_2 (°)	30	θ_3 (°)	+115.66°
r_2 (m)	0.3	r_1 (m)	+ 0.641
r_3 (m)	0.6	$\dot{r}_1$ (m/s)	+34.85
$\dot{\theta}_2$ (rad/s)	105	$\dot{\theta}_3$ (rad/s)	-29.12
$\ddot{\theta}_2$	0	$\ddot{r}_1$ (m/s²)	-842.13
		$\ddot{\theta}_3$ (rad/s²)	-4888.91

$\Rightarrow \vec{\dot{\theta}}_2 = (105)(\text{rad/s})(\hat{k})$

Esquema del sistema



Ecuaciones

$$\vec{r}_1 = \vec{r}_2 + \vec{r}_3$$

Posición

$$\theta_3 = \overset{\cos}{\cancel{\sin}}{}^{-1}\left(-\left(\frac{r_2}{r_3}\right)\cos\theta_2\right)$$

$$r_1 = (r_2 \overset{\sin}{\cancel{\cos}}\,\theta_2) + (r_3 \overset{\sin}{\cancel{\cos}}\,\theta_3)$$

Velocidad

$$\begin{bmatrix} 0 & r_3\sin\theta_3 \\ 1 & -r_3\cos\theta_3 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} \dot{r}_1 \\ \dot{\theta}_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -r_2\dot{\theta}_2\sin\theta_2 \\ +r_2\dot{\theta}_2\cos\theta_2 \end{bmatrix}$$

Aceleración

$$\begin{bmatrix} 0 & r_3\sin\theta_3 \\ 1 & -r_3\cos\theta_3 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} \ddot{r}_1 \\ \ddot{\theta}_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -r_2\ddot{\theta}_2\sin\theta_2 \; -r_2(\dot{\theta}_2)^2\cos\theta_2 \; -r_3(\dot{\theta}_3)^2\cos\theta_3 \\ +r_2\ddot{\theta}_2\cos\theta_2 \; -r_2(\dot{\theta}_2)^2\sin\theta_2 \; -r_3(\dot{\theta}_3)^2\sin\theta_3 \end{bmatrix}$$

Figura 5. Mecanismo articulado. Fuente: Castro-Valladares, L.D. (2017) elaboración propia.

(MECG1020)

Problema 6.) (15 puntos)

Síntesis de gráfica de mecanismos de cuatro barras:

Para el cuerpo mostrado en la figura 6, determinar:

a.) Dimensiones del mecanismo de cuatro barras.

b.) Determinar qué caso de grashof es el mecanismo resultante.

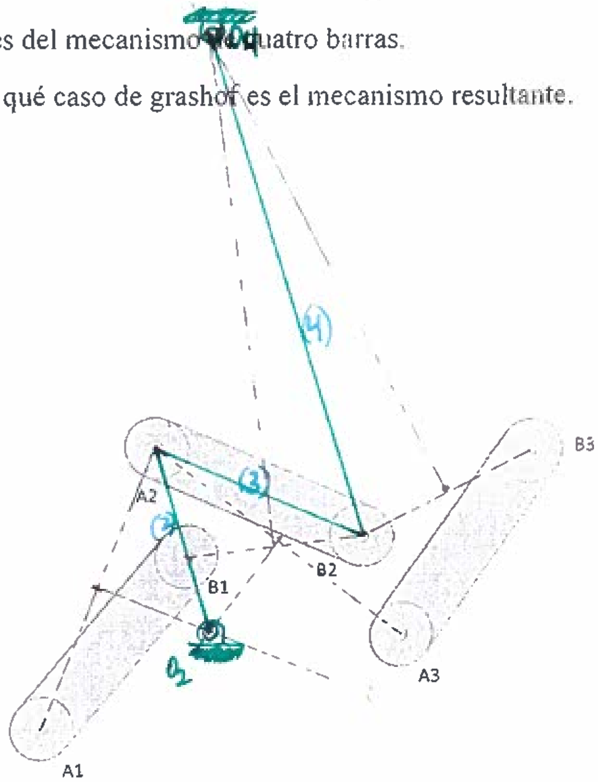


Figura 6.Síntesis gráfica de mecanismos articulados. Castro-Valladares, L.D. (2017) elaboración propia.

Parte (a):

$|\vec{r}_2| \cong 2.5\ cm$

$|\vec{r}_3| \cong 3\ cm$

$|\vec{r}_4| \cong 6.9\ cm$

$|\vec{r}_1| \cong 7.9\ cm$

Parte (b):

$C = 2.5\ cm$, $L = 7.9\ cm$ $\Rightarrow C + L = 2.5 + 7.9 = 10.4\ (cm)$

$R_1 = 3\ cm$, $R_2 = 6.9\ cm$ $\Rightarrow R_1 + R_2 = 9.9\ (cm)$

$\Rightarrow \boxed{C + L > R_1 + R_2}$ (N)

↳ Todas las inversiones serán triple balancines.