



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**TRABAJO DE UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR, PREVIO A LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO AUTOMOTRIZ**

**TEMA: “ESTUDIO CINEMÁTICO DEL MECANISMO BIELA MANIVELA
DEL MOTOR A GASOLINA DE TRES CILINDROS UTILIZANDO
PROGRAMAS COMPUTACIONALES”**

**AUTOR: RUIZ TORRES, ISRAEL ALEJANDRO
TUTOR: ING. LARA NÚÑEZ, MARIO ALCIDES**

LATACUNGA, MARZO 2022

E. S. P. E.



INGENIERIA AUTOMOTRIZ





CONTENIDO

- 1 Introducción
- 2 Justificación
- 3 Objetivos
- 4 Metodología
- 5 Resultados
- 6 Conclusiones
- 7 Recomendaciones

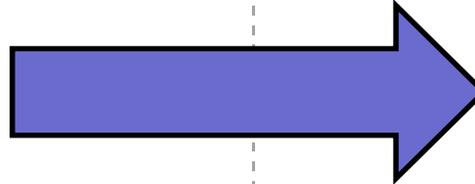


- 1 Introducción
- 2 Justificación
- 3 Objetivos
- 4 Metodología
- 5 Resultados
- 6 Conclusiones
- 7 Recomendaciones

INTRODUCCIÓN

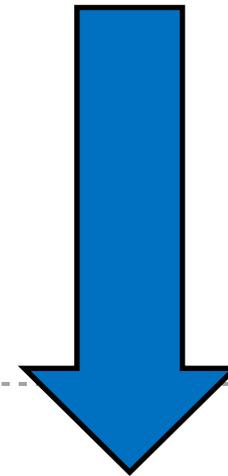
Proceso de invención

Siglo XIX
Máquina de vapor



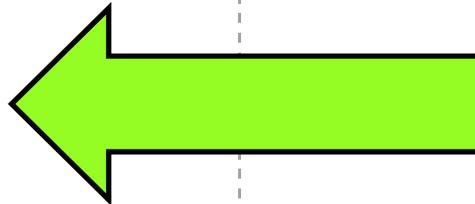
1800 Motor de
combustión interna

*Proceso de
invención*



*Nuevo proceso
de invención*

Fundamentos
cinemáticos



1852 Motor de dos
tiempos 3 km/h

INTRODUCCIÓN

Cinemática

Eslabones



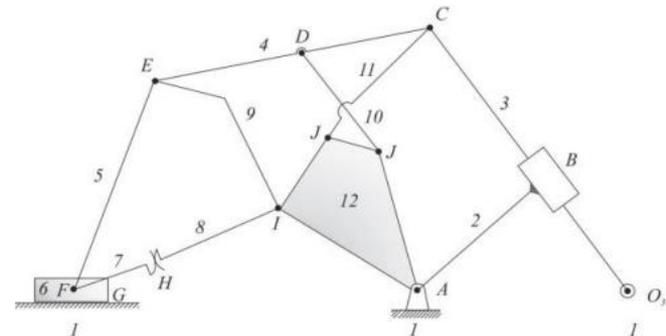
Pares

Inferiores - Superiores

Cadena cinemática

Abierta - Cerrada

Diagramas esquemáticos



INTRODUCCIÓN

Grados de libertad

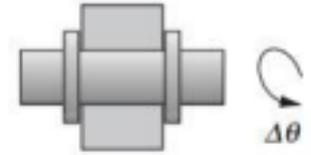
$$m = 3(n - 1) - 2j_1 - j_2$$

m
 n
 j_1
 j_2

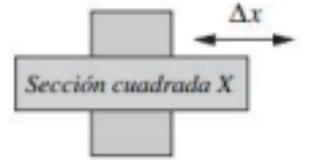
Condiciones de Grashof

$$s + l \leq p + q$$

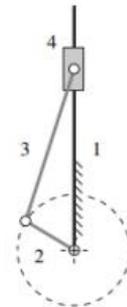
s
 l
 p y q



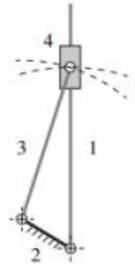
Junta revoluta (R) – 1 GDL



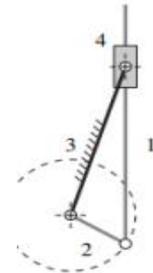
Junta prismática (P) – 1 GDL



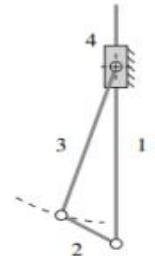
a) Inversión número 1
traslación de la
corredera



b) Inversión número 2
la corredera tiene
movimiento complejo

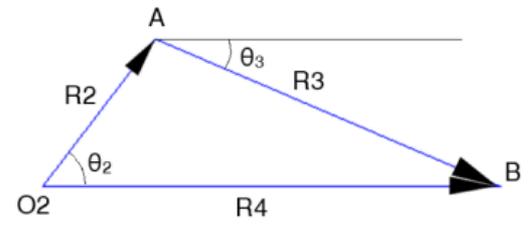
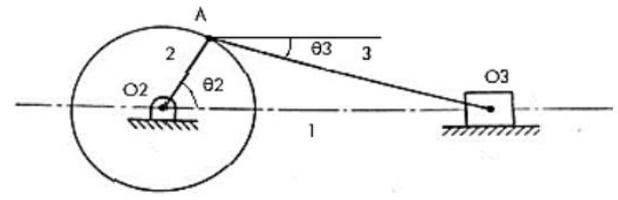
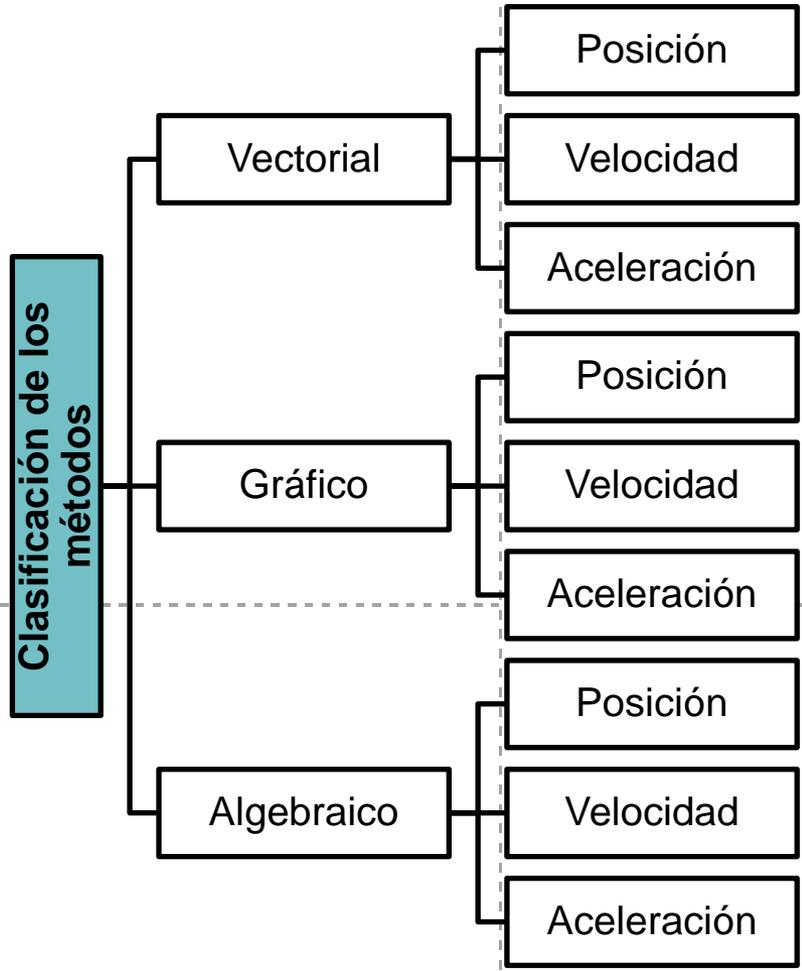


c) Inversión número 3
la corredera gira



d) Inversión número 4
la corredera es
estacionaria

INTRODUCCIÓN



INTRODUCCIÓN

Motor Suzuki Forsa G10

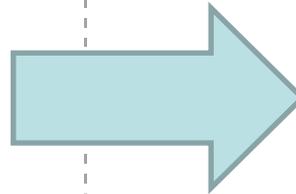
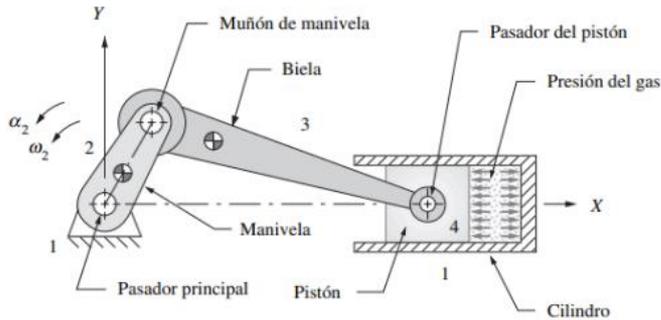
- Cilindros → 3
- Diámetro x carrera → 74 x 77 (mm)
- Orden de encendido → 1 – 3 – 2
- Potencia → 48 HP @ 5100 RPM
- Torque → 57 lbs – ft @ 3200 RPM
- Biela → 120 mm
- Manivela → 38.5 mm



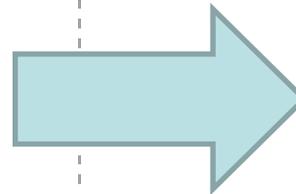
- 1 Introducción
- 2 Justificación
- 3 Objetivos
- 4 Metodología
- 5 Resultados
- 6 Conclusiones
- 7 Recomendaciones



JUSTIFICACIÓN

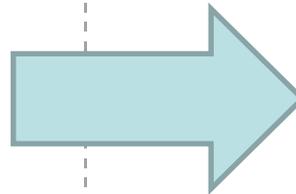


Comportamiento
del pistón



Motores de
menor tamaño

Reducir impacto
ambiental



Nuevas tecnologías

Estudios sencillos
más



CONTENIDO

- 1 Introducción
- 2 Justificación
- 3 **Objetivos**
- 4 Metodología
- 5 Resultados
- 6 Conclusiones
- 7 Recomendaciones



OBJETIVOS

Objetivo General

- Analizar la cinemática del mecanismo biela – manivela utilizando programas computacionales para con ello entender el principio de funcionamiento en un motor de tres cilindros.

Objetivos Específicos

- Establecer la solución por método vectorial
- Determinar la solución por método gráfico en un programa de diseño CAD.
- Obtener las ecuaciones de posición, velocidad y aceleración mediante el método algebraico.
- Analizar las curvas de comportamiento del método algebraico
- Simular el movimiento del mecanismo

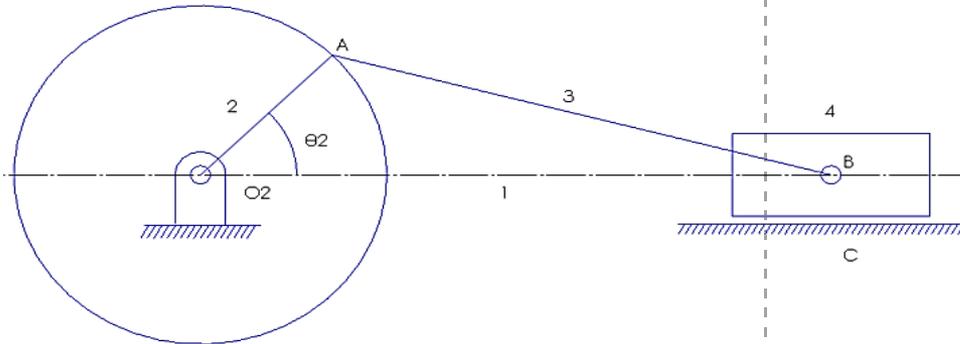


CONTENIDO

- 1 Introducción
- 2 Justificación
- 3 Objetivos
- 4 Metodología
- 5 Resultados
- 6 Conclusiones
- 7 Recomendaciones



Grados de libertad



$$m = 3(n - 1) - 2j_1 - j_2$$

$$m = 3(4 - 1) - 2(4) - (0)$$

Condición de Grashof

Nomenclatura	Longitud (mm)
<i>Manivela</i>	38.5 mm
<i>Biela</i>	120 mm
<i>Carrera</i>	77 mm
<i>Longitud del eslabón 1 en el punto muerto inferior</i>	81.5 mm

$$158.5 \text{ mm} \leq 158.5 \text{ mm}$$



Diagrama esquemático

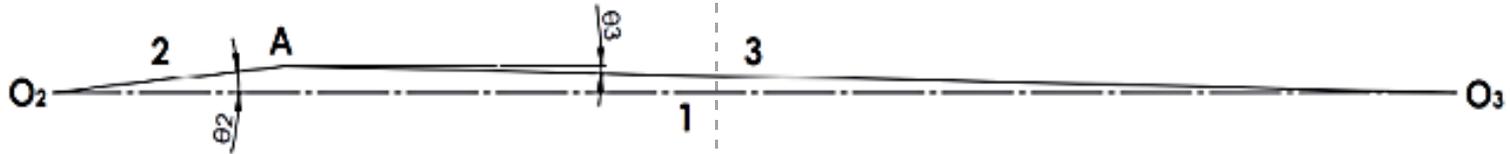
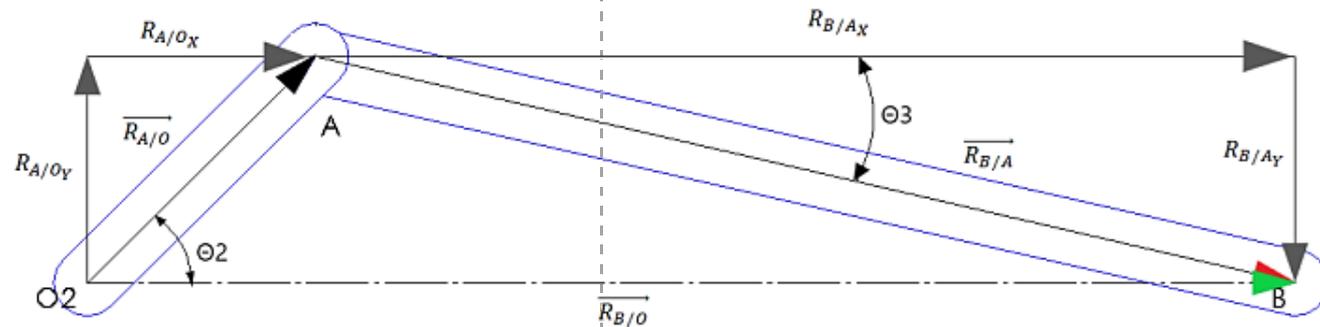


Diagrama de encendido

	0°	60°	120°	180°	240°	300°	360°	420°	480°	540°	600°	660°	720°	
1	⚡	EXPANSIÓN			ESCAPE			ADMISIÓN			COMPRESIÓN			
2	ESCAPE			ADMISIÓN			COMPRESIÓN			⚡	EXPANSIÓN			ESCAPE
3	ADMISIÓN			COMPRESIÓN			⚡	EXPANSIÓN			ESCAPE			ADMISIÓN

Posición

Método Vectorial



$$\vec{R}_{A/O} = R_{A/Ox} + R_{A/Oy}$$

$$\vec{R}_{A/O} = (38.5 \text{ sen } (45^\circ) + 38.5 \text{ cos } (45^\circ)) \text{ mm}$$

$$\vec{R}_{A/O} = (27.22361 i + 27.22361 j) \text{ mm}$$

$$\vec{R}_{B/A} = R_{B/AX} + R_{B/AY}$$

$$\vec{R}_{B/A} = (\sqrt{(120)^2 - (27.22361)^2}) i - 27.22361 j$$

$$\vec{R}_{B/A} = (116.87119 i - 27.22361 j) \text{ mm}$$

$$\vec{R}_{B/O} = R_{B/Ox} + R_{B/Oy}$$

$$\vec{R}_{B/O} = (27.22361 + 116.87119) i + 0 j$$

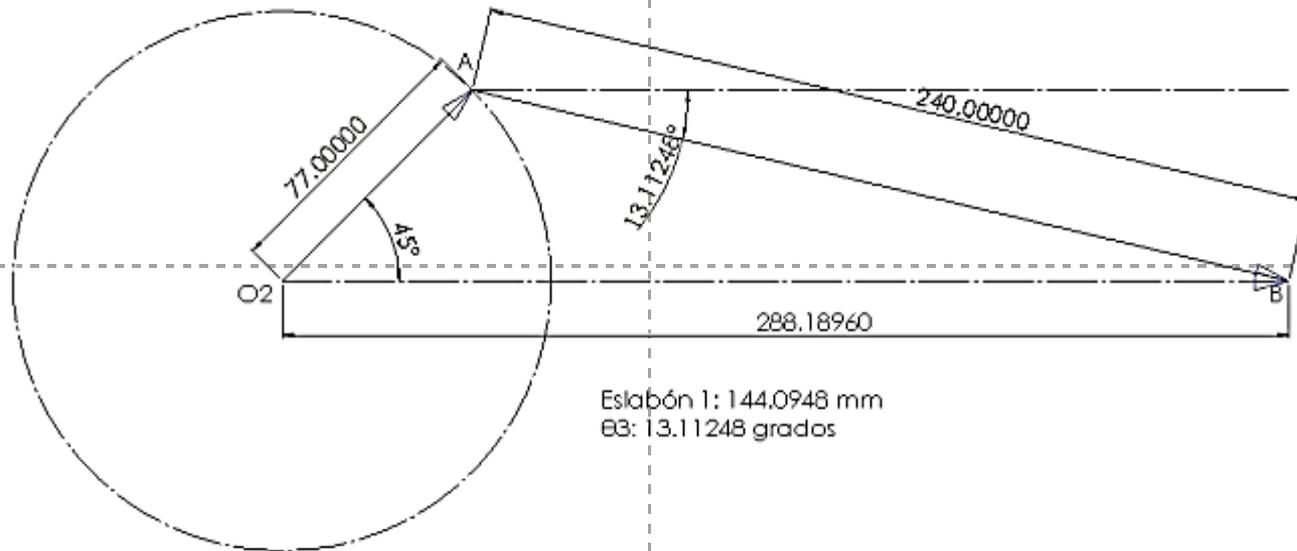
$$\vec{R}_{B/O} = (144.0948 i) \text{ mm}$$

METODOLOGÍA

Posición

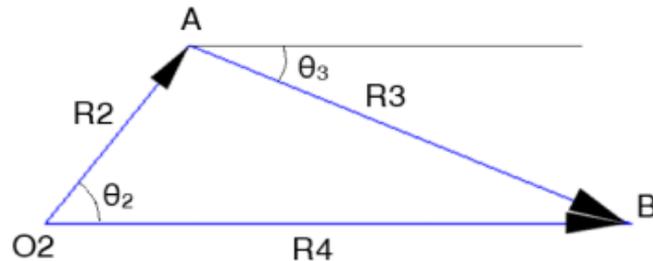
Método Gráfico

MECANISMO BIELA - MANIVELA POSICIÓN
ESCALA 2:1



Posición

Método Algebraico



$$R_1 e^{i\theta_1} = R_2 e^{i\theta_2} + R_3 e^{i\theta_3}$$

$$R_1 = R_2(\cos \theta_2 + j \operatorname{sen} \theta_2) + R_3(\cos \theta_3 + j \operatorname{sen} \theta_3)$$

$$R_1 = R_2 \cos \theta_2 + R_3 \cos \theta_3$$

$$0 = R_2 \operatorname{sen} \theta_2 + R_3 \operatorname{sen} \theta_3$$

$$R_1^2 = R_2^2(\operatorname{sen}^2 \theta_2 + \cos^2 \theta_2) + R_3^2(\operatorname{sen}^2 \theta_3 + \cos^2 \theta_3) + 2R_2R_3(\cos \theta_2 \cos \theta_3 + \operatorname{sen} \theta_2 \operatorname{sen} \theta_3)$$

$$\theta_3 = \operatorname{sen}^{-1} \left[-\frac{R_2}{R_3} \operatorname{sen} \theta_2 \right]$$

$$R_1 = \sqrt{R_2^2 + R_3^2 + 2R_2R_3 \cos(\theta_2 - \theta_3)}$$



Posición

Software Matemático

PARÁMETROS INICIALES

$R2 := 38.5$ mm (manivela)

$R3 := 120$ mm (biela)

$$\theta3(\theta2) := \text{asin}\left[-\left(\frac{R2}{R3}\right) \cdot \sin(\theta2)\right]$$

$$R1(\theta2) := \sqrt{R2^2 + R3^2 + 2 \cdot R2 \cdot R3 \cdot \cos(\theta2 - \theta3(\theta2))}$$

EN INTERVALOS DE 45 GRADOS

$$\text{function}(\theta2) := \text{asin}\left[-\left(\frac{R2}{R3}\right) \cdot \sin(\theta2)\right] \cdot \frac{180}{\pi}$$

$$\theta2 := 0, \left(45 \cdot \frac{\pi}{180}\right) .. 360 \cdot \frac{\pi}{180}$$

function($\theta2$) =

$$\text{function}(\theta2) := \sqrt{R2^2 + R3^2 + 2 \cdot R2 \cdot R3 \cdot \cos(\theta2 - \theta3(\theta2))}$$

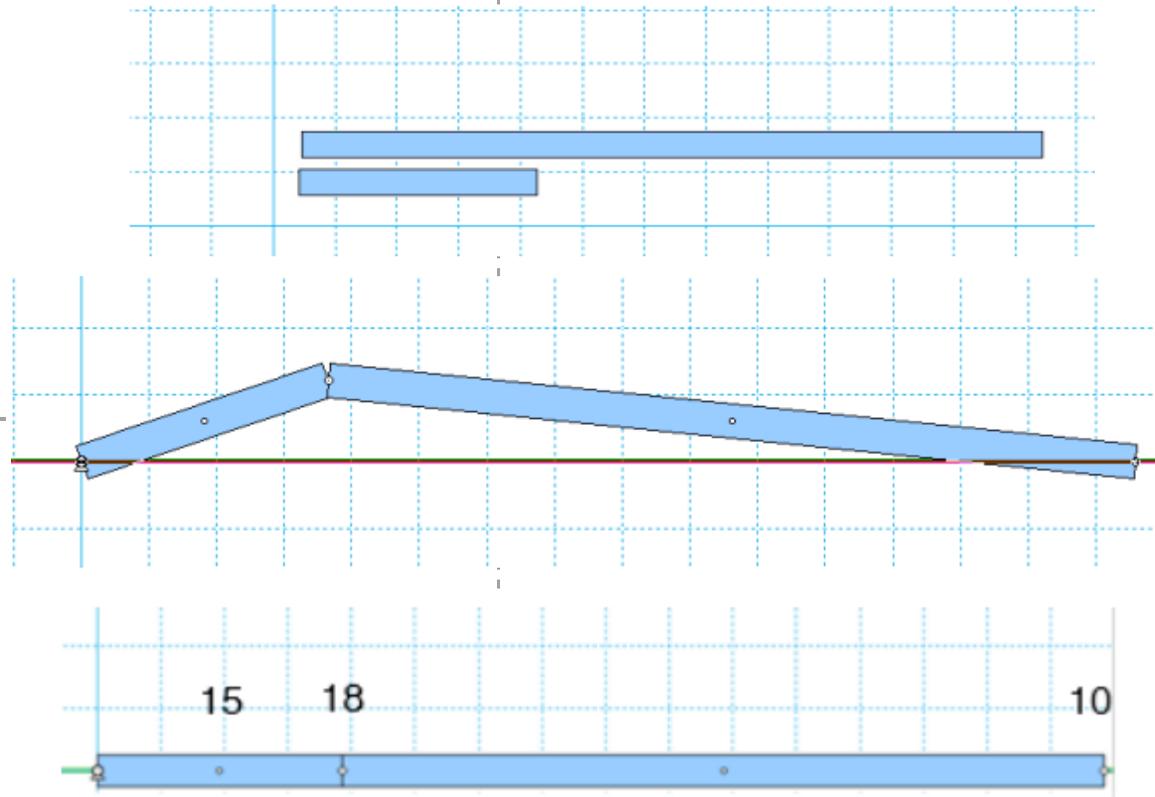
$$\theta2 := 0, \left(45 \cdot \frac{\pi}{180}\right) .. 360 \cdot \frac{\pi}{180}$$

function($\theta2$) =

METODOLOGÍA

Posición

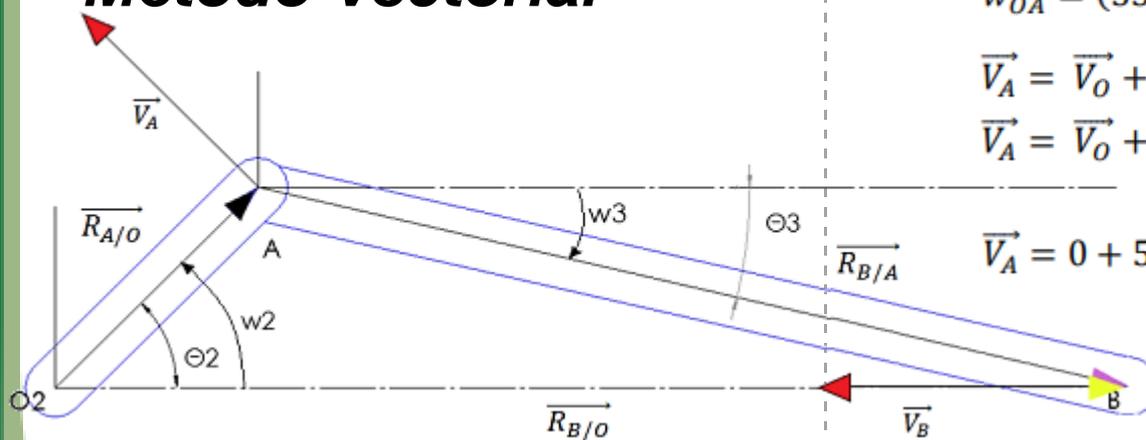
Software CAE Multicuerpo



METODOLOGÍA

Velocidad

Método Vectorial



$$\overline{w_{OA}} = (534.07075 k) \text{ rad/s}$$

$$\overline{V}_A = \overline{V}_O + \overline{V}_{A/O}$$

$$\overline{V}_A = \overline{V}_O + \overline{w_{OA}} \times \overline{R}_{A/O}$$

$$\overline{V}_A = 0 + 534.07075 k \times (27.22361 i + 27.22361 j)$$

$$\overline{V}_A = (14539.33381 j - 14539.33381 i) \text{ mm/s}$$

$$\overline{V}_B = \overline{V}_A + \overline{w_{AB}} \times \overline{R}_{B/A}$$

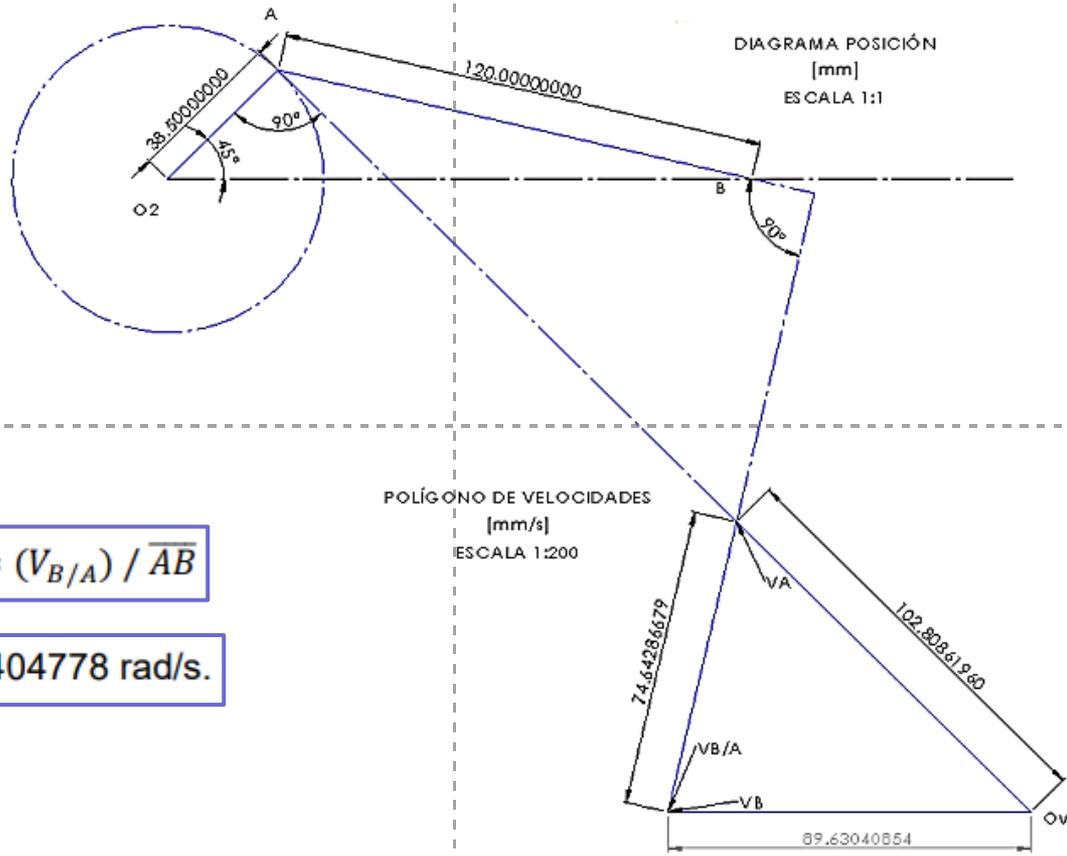
$$V_B i = 14539.33381 j - 14539.33381 i + 116.87119 w_{AB} j + 27.22361 w_{AB} i$$

$$w_{AB} = -124.40477 \text{ rad/s}$$

$$V_B = -17926.08075 \text{ mm/s}$$



Velocidad Método Gráfico

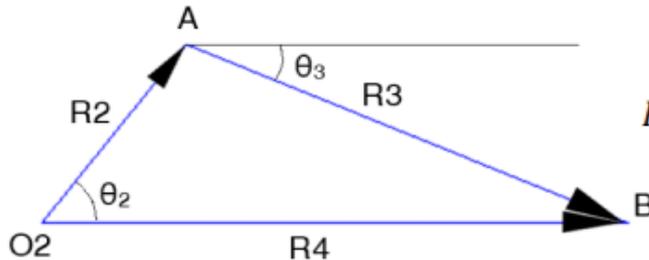


$$\omega_3 = (V_{B/A}) / \overline{AB}$$
$$-124.404778 \text{ rad/s.}$$

METODOLOGÍA

Velocidad

Método Algebraico



$$\dot{\vec{R}}_1 = \dot{\vec{R}}_2 + \dot{\vec{R}}_3$$

$$\dot{R}_1 e^{i\theta_1} + R_1 i w_1 e^{i\theta_1} = \dot{R}_2 e^{i\theta_2} + R_2 i w_2 e^{i\theta_2} + \dot{R}_3 e^{i\theta_3} + R_3 i w_3 e^{i\theta_3}$$

$$\dot{R}_1 = R_2 i w_2 (\cos \theta_2 + i \text{sen} \theta_2) + R_3 i w_3 (\cos \theta_3 + i \text{sen} \theta_3)$$

$$\dot{R}_1 = -R_2 w_2 (\text{sen} \theta_2) - R_3 w_3 (\text{sen} \theta_3)$$

$$0 = R_2 w_2 (\cos \theta_2) + R_3 w_3 (\cos \theta_3)$$

$$w_3 = -\frac{R_2}{R_3} w_2 \left(\frac{\cos \theta_2}{\cos \theta_3} \right)$$

$$\dot{R}_1 = R_2 w_2 \left(\frac{\text{sen} (\theta_3 - \theta_2)}{\cos \theta_3} \right)$$



Velocidad

Software Matemático

$$\theta_3(\theta_2) := \text{asin}\left[-\left(\frac{R_2}{R_3}\right) \cdot \sin(\theta_2)\right]$$

$$w_3(\theta_2) := \frac{-R_2}{R_3} \cdot w_2 \cdot \left(\frac{\cos(\theta_2)}{\cos(\theta_3(\theta_2))}\right)$$

FUNCIONES

$$\theta_3(\theta_2) := \text{asin}\left[-\left(\frac{R_2}{R_3}\right) \cdot \sin(\theta_2)\right]$$

$$v_1(\theta_2) := R_2 \cdot w_2 \cdot \left(\frac{\sin(\theta_3(\theta_2) - \theta_2)}{\cos(\theta_3(\theta_2))}\right)$$

EN INTERVALOS DE 15 GRADOS

$$\text{function}(\theta_2) := \frac{-R_2}{R_3} \cdot w_2 \cdot \left(\frac{\cos(\theta_2)}{\cos(\theta_3(\theta_2))}\right)$$

$$\theta_2 := 0, \left(15 \cdot \frac{\pi}{180}\right) .. 360 \cdot \frac{\pi}{180}$$

function(θ₂) =

$$\text{function}(\theta_2) := R_2 \cdot w_2 \cdot \left(\frac{\sin(\theta_3(\theta_2) - \theta_2)}{\cos(\theta_3(\theta_2))}\right)$$

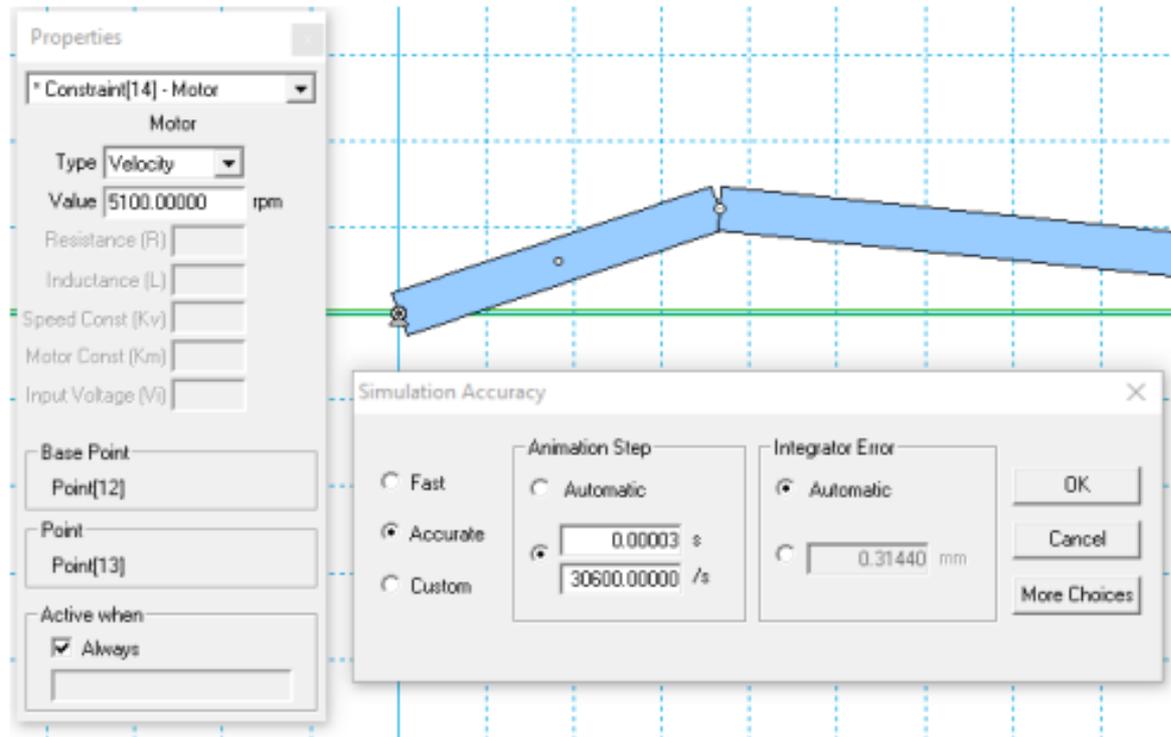
$$\theta_2 := 0, \left(15 \cdot \frac{\pi}{180}\right) .. 720 \cdot \frac{\pi}{180}$$

TABLA DE VALORES - Intervalos de 15 grados

function(θ₂) =

Velocidad

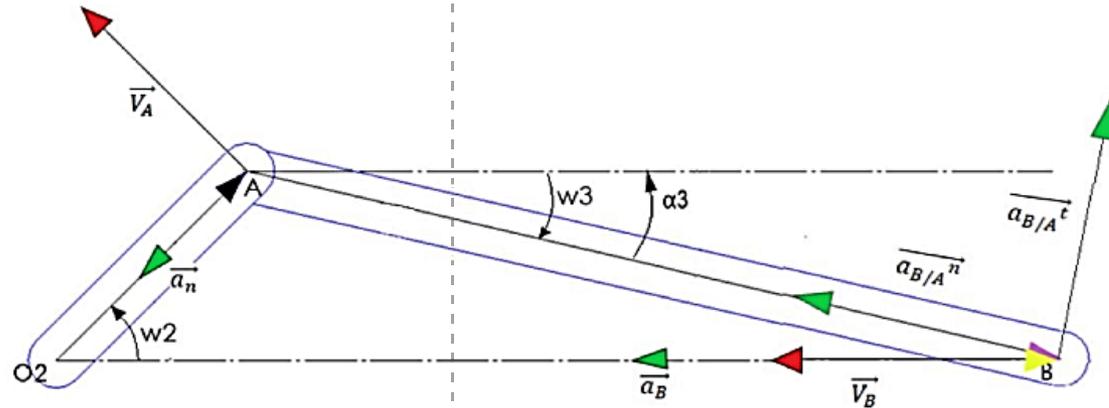
Software CAE Multicuerpo



METODOLOGÍA

Aceleración

Método Vectorial



$$\vec{a}_A = \vec{a}_O + \vec{a}_{A/O}$$

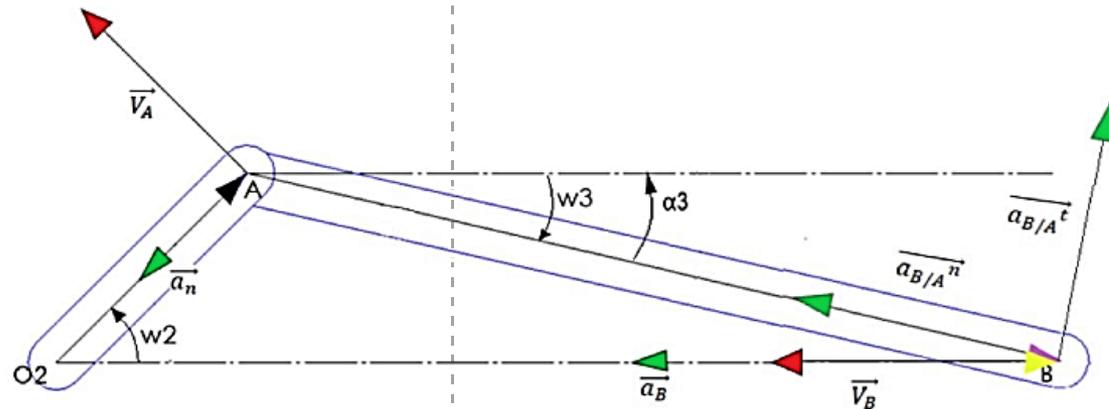
$$\vec{a}_A = \vec{a}_O + \vec{\alpha}_{OA} \times \vec{r}_{A/O} - \omega_{OA}^2 \vec{r}_{A/O}$$

$$\vec{a}_A = 0 + (0\hat{k}) \times (27.22361 \hat{i} + 27.22361 \hat{j})$$

$$- (534.07075)^2 (27.22361 \hat{i} + 27.22361 \hat{j})$$

Aceleración

Método Vectorial



$$\vec{a}_B = \vec{a}_A + \vec{\alpha}_{AB} \times \vec{r}_{B/A} - w_{AB}^2 \vec{r}_{B/A}$$

$$a_B \hat{i} = (-7765032.913 \hat{i} - 7765032.913 \hat{j}) + 116.87119 \alpha_{AB} \hat{j} + 27.22361 \alpha_{AB} \hat{i} \\ - 1808762.441 \hat{i} + 421327.4742 \hat{j}$$

$$0 = -7343705.439 + 116.87119 \alpha_{AB}$$

$$a_B = -9573795.354 \hat{i} + 27.22361 \alpha_{AB}$$

$$\alpha_{AB} = 62835.89171 \frac{\text{rad}}{\text{s}^2}$$

$$a_B = -7863175.544 \frac{\text{mm}}{\text{s}^2}$$



Aceleración

Método Algebraico

$$\dot{R}_1 e^{i\theta_1} = R_2 i \omega_2 e^{i\theta_2} + R_3 i \omega_3 e^{i\theta_3}$$

$$\ddot{R}_1 e^{i\theta_1} + \dot{R}_1 i \omega_1 e^{i\theta_1} = R_2 \alpha_2 i e^{i\theta_2} + R_2 \omega_2^2 i^2 e^{i\theta_2} + R_3 \alpha_3 i e^{i\theta_3} + R_3 \omega_3^2 i^2 e^{i\theta_3}$$

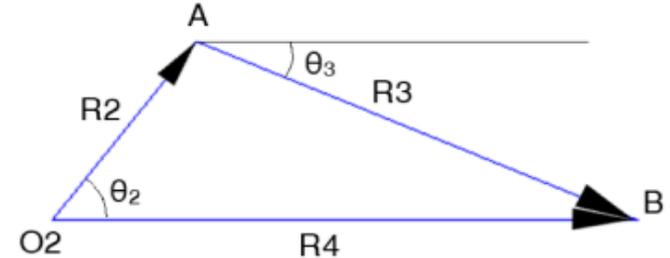
$$\ddot{R}_1 e^{i\theta_1} = -R_2 \omega_2^2 e^{i\theta_2} + R_3 \alpha_3 i e^{i\theta_3} - R_3 \omega_3^2 e^{i\theta_3}$$

$$\ddot{R}_1 = -R_2 \omega_2^2 (\cos \theta_2 + i \sin \theta_2) + R_3 \alpha_3 i (\cos \theta_3 + i \sin \theta_3) - R_3 \omega_3^2 (\cos \theta_3 + i \sin \theta_3)$$

$$\ddot{R}_1 = -R_2 \omega_2^2 \cos \theta_2 - R_3 \alpha_3 \operatorname{sen} \theta_3 - R_3 \omega_3^2 \cos \theta_3$$

$$0 = -R_2 \omega_2^2 \operatorname{sen} \theta_2 + R_3 \alpha_3 \cos \theta_3 - R_3 \omega_3^2 \operatorname{sen} \theta_3$$

$$\alpha_3 = \frac{R_3 * \omega_3^2 * \operatorname{sen} \theta_3 + R_2 * \omega_2^2 * \operatorname{sen} \theta_2}{R_3 \cos \theta_3}$$





Aceleración

Software Matemático

$$\theta_3(\theta_2) := \text{asin}\left[-\left(\frac{R_2}{R_3}\right) \cdot \sin(\theta_2)\right]$$

$$w_3(\theta_2) := \frac{-R_2}{R_3} \cdot w_2 \cdot \frac{\cos(\theta_2)}{\cos(\theta_3(\theta_2))}$$

$$\alpha_3(\theta_2) := \frac{(R_2 \cdot w_2^2 \cdot \sin(\theta_2) + R_3 \cdot w_3(\theta_2)^2 \cdot \sin(\theta_3(\theta_2)))}{R_3 \cdot \cos(\theta_3(\theta_2))}$$

$$a(\theta_2) := -R_2 \cdot w_2^2 \cdot \cos(\theta_2) - R_3 \cdot \alpha_3(\theta_2) \cdot \sin(\theta_3(\theta_2)) - R_3 \cdot w_3(\theta_2)^2 \cdot \cos(\theta_3(\theta_2))$$

TABLA DE VALORES - Intervalos de 15 grados

$$\text{function}(\theta_2) := \frac{(R_2 \cdot w_2^2 \cdot \sin(\theta_2) + R_3 \cdot w_3(\theta_2)^2 \cdot \sin(\theta_3(\theta_2)))}{R_3 \cdot \cos(\theta_3(\theta_2))}$$

$$\theta_2 := 0, \left(15 \cdot \frac{\pi}{180}\right) .. 720 \cdot \frac{\pi}{180}$$

TABLA DE VALORES - Intervalos de 15 grados

$$\text{function}(\theta_2) := -R_2 \cdot w_2^2 \cdot \cos(\theta_2) - R_3 \cdot \alpha_3(\theta_2) \cdot \sin(\theta_3(\theta_2)) - R_3 \cdot w_3(\theta_2)^2 \cdot \cos(\theta_3(\theta_2))$$

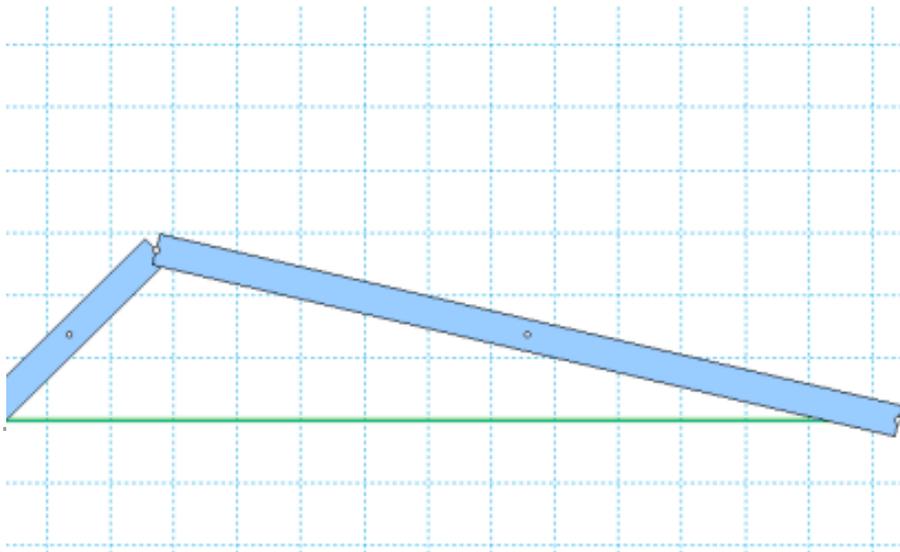
$$\theta_2 := 0, \left(15 \cdot \frac{\pi}{180}\right) .. 720 \cdot \frac{\pi}{180}$$

$$\text{function}(\theta_2) =$$



Aceleración

Software CAE Multicuerpo



Acceleration of Point 15		
A_x	A _x	--- mm/s ²
A_y	A _y	--- mm/s ²
 A 	A	--- mm/s ²
A_θ	A _θ	--- °/s ²



CONTENIDO

- 1 Introducción
- 2 Justificación
- 3 Objetivos
- 4 Metodología
- 5 Resultados
- 6 Conclusiones
- 7 Recomendaciones

RESULTADOS

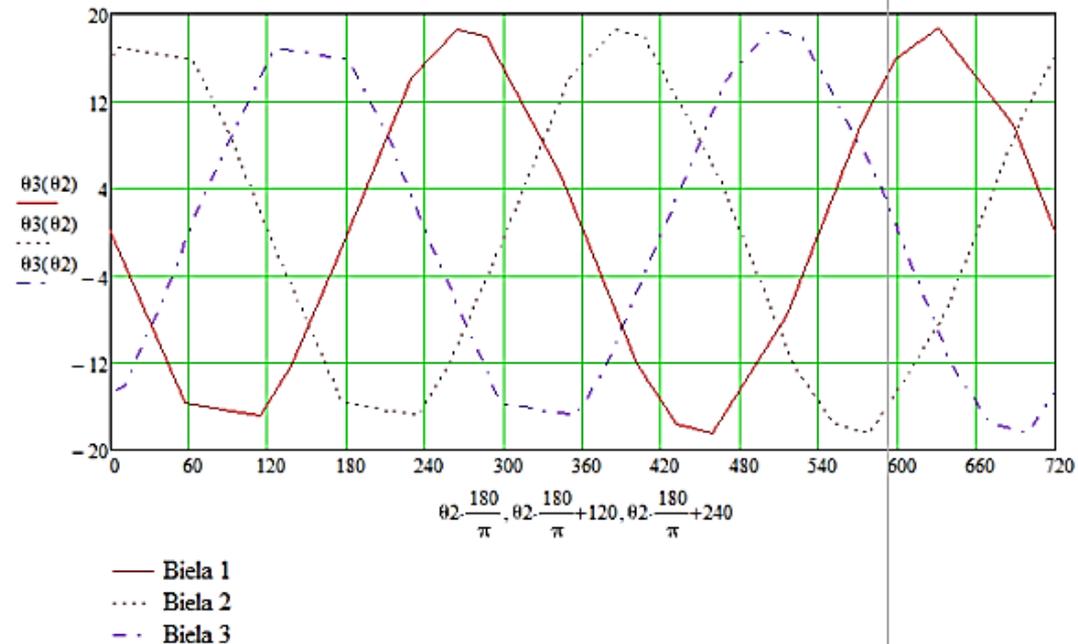
Posición

	Vectorial	Gráfico	Algebraico
θ_3 (°)	- 13.11248	- 13.11248	-13.11248
$\overline{ R_{B/O} }$ (mm)	144.0948	144.0948	144.0948

Curvas

θ_2	θ_3
0°	0°
45°	-13.11248°
90°	-18.71333°
135°	-13.11248°

ÁNGULO DE LA BIELA EN FUNCIÓN DEL MOTRIZ



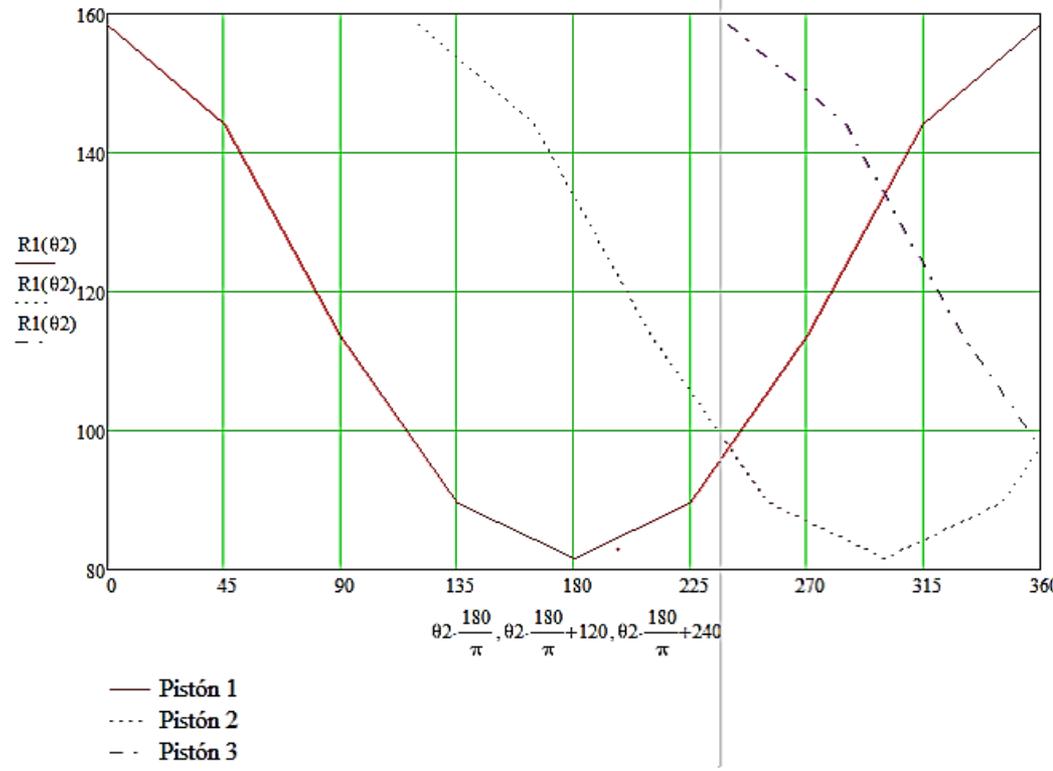


RESULTADOS

Posición Curvas

θ_2	$\left \vec{R}_1 \right $
0°	158.5 mm
45°	144.0948 mm
90°	113.65628 mm
135°	89.64758 mm
180°	81.5 mm

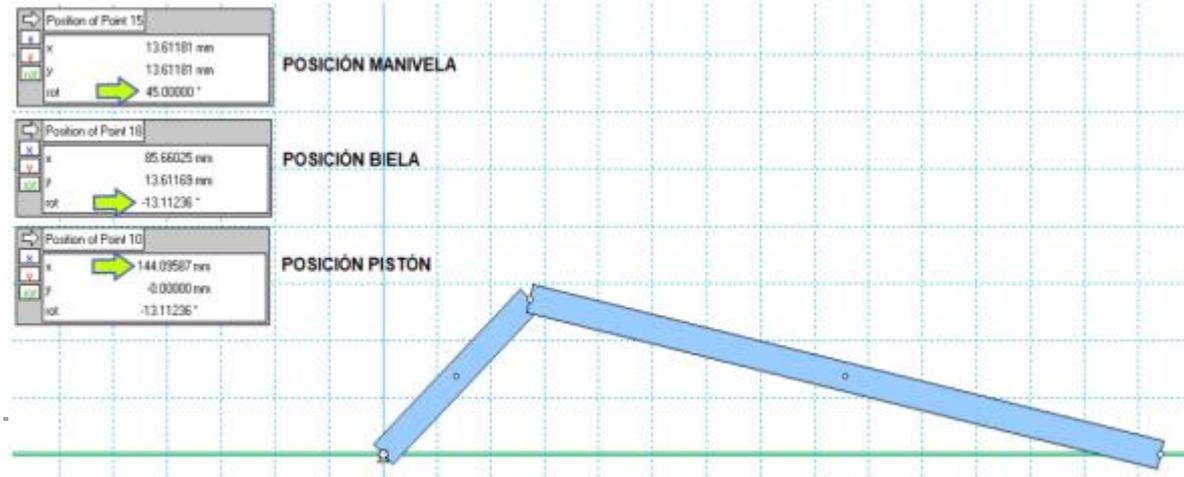
POSICIÓN DEL PISTÓN VS ÁNGULO IMPULSOR



RESULTADOS

Posición

Software CAE Multicuerpo



Biela - manivela 14 de Enero
23:48:32 1/13/2022

Position of Point 15				Position of Point 10				Position of Point 18			
t	x	y	rot	t	x	y	rot	t	x	y	rot
0	19.25	0	0	0	0	158.50104	0	0	0	98.50104	0
0.00147	13.61181	13.61181	45	0.00147	144.09587	0	-13.11236	0.00147	85.66025	13.61169	-13.11236
0.00294	0	19.25	90	0.00294	113.65738	0	-18.71316	0.00294	56.82918	19.24983	-18.71316
0.00441	-13.61181	13.61181	135	0.00441	89.64865	0	-13.11236	0.00441	31.21303	13.61169	-13.11236
0.00588	-19.25	0	180	0.00588	81.50104	0	0	0.00588	21.50104	0	0



RESULTADOS

Posición *Software*

	Software cálculo matemático	Software para simulación
θ_3 (°)	-13.11248	-13.11236
$ \overrightarrow{R_{B/O}} $ (mm)	144.0948	144.09587



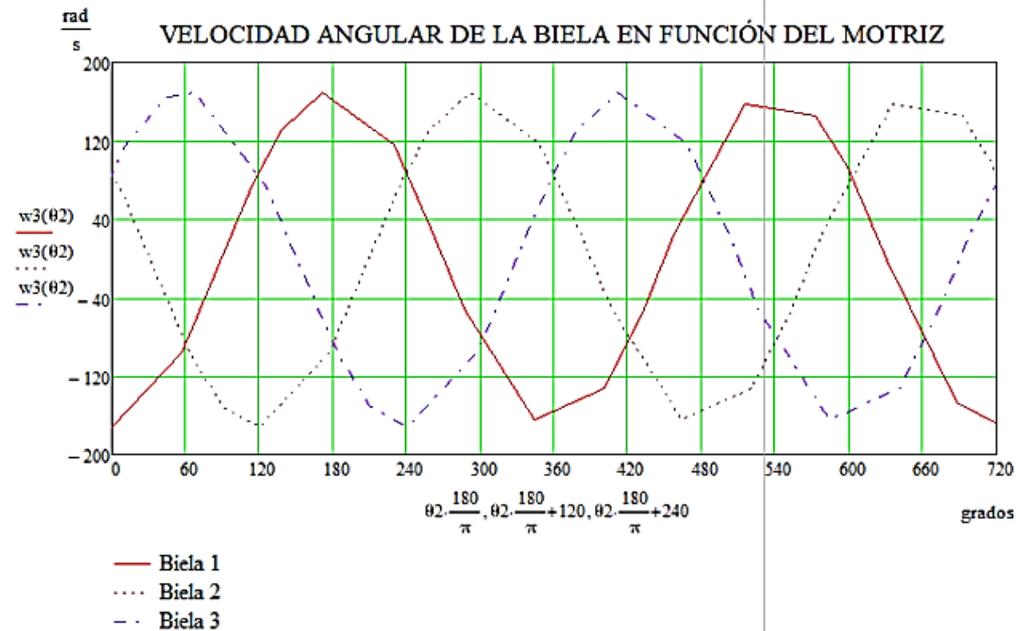
RESULTADOS

Velocidad

	Vectorial	Gráfico	Algebraico
w_{AB} (rad/s)	-124.40477	- 124.40478	-124.40478
$ \overline{v_B} $ (mm/s)	-17926.08075	-17926.08171	-17926.08206

Curvas

θ_2	w_3
0°	-171.3477 rad/s
45°	-124.40478 rad/s
90°	0 rad/s
135°	124.40478 rad/s
180°	171.3477 rad/s

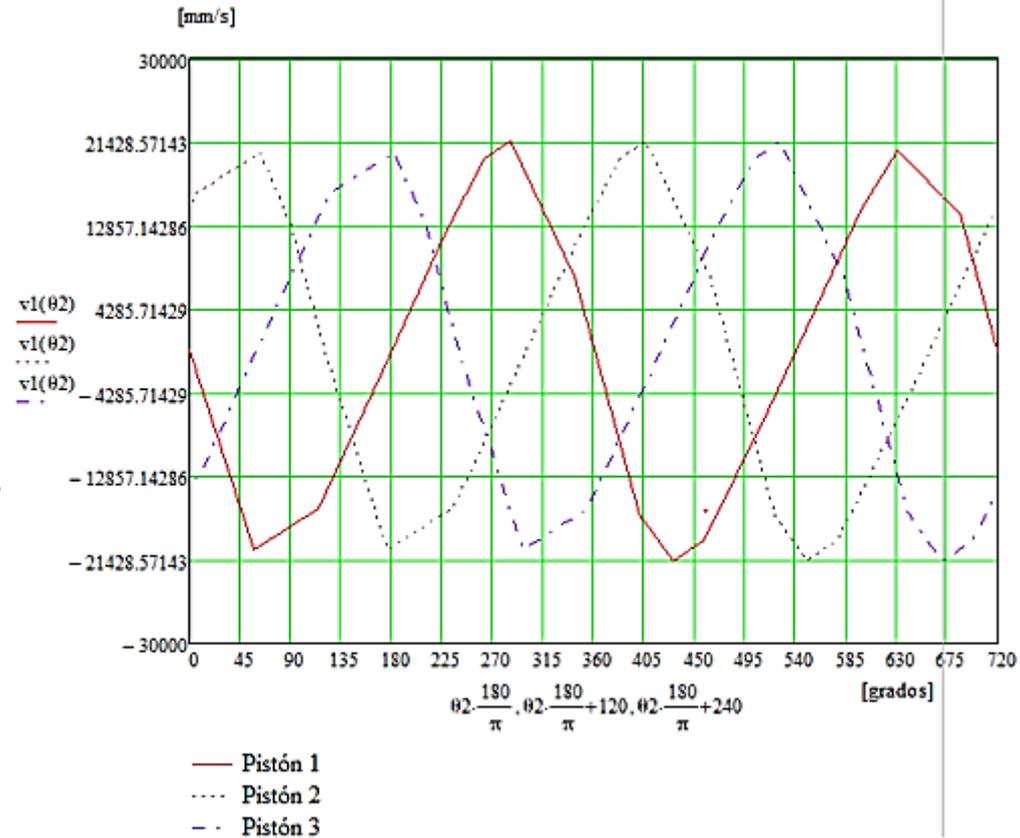




RESULTADOS

Velocidad Curvas

θ_2	v_B
0°	0 mm/s
45°	-17926.08171 mm/s
90°	-20561.72392 mm/s
135°	-11152.58712 mm/s
180°	0 mm/s

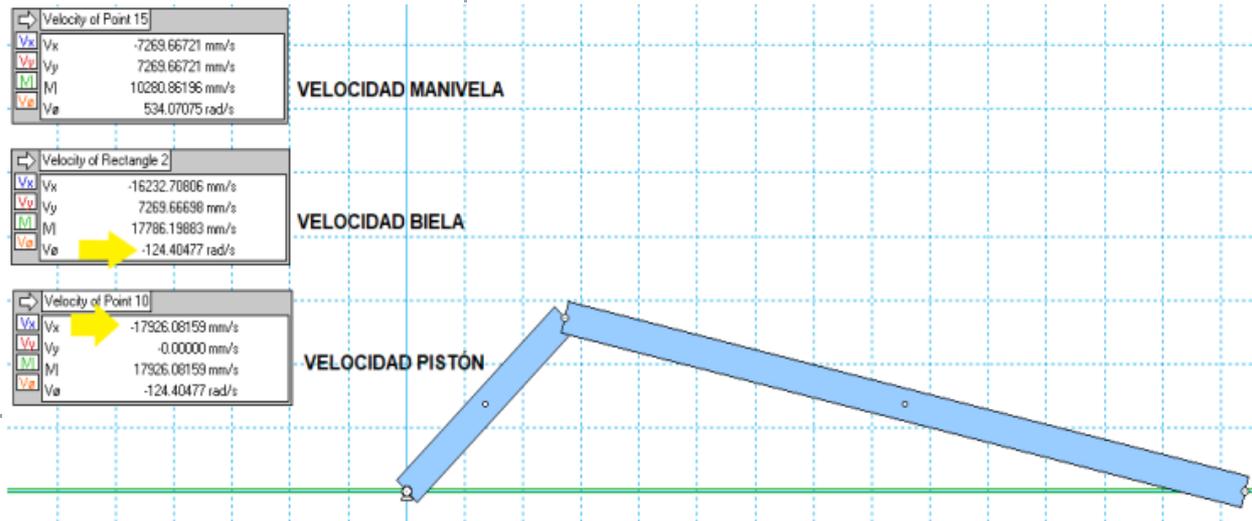




RESULTADOS

Velocidad

Software CAE Multicuerpo



Velocity of Point 15		Velocity of Point 10		Velocity of Rectangle 2		Position of Point 15			
vø (degrees/s)	Vø (rad/s)	Vx (mm/s)	Vø (degrees/s)	Vø (rad/s)	t	x	y	rot	
0	0	0	0	0	0	0	19.25	0	0
30600	534.07098	-6976.70279	-9515.8404	-166.0828173	0.00049	18.59407	4.98227	15	
30600	534.07098	-13174.87674	-8613.75756	-150.3384948	0.00098	16.67099	9.625	30	
30600	534.07098	-17926.08159	-7127.86849	-124.4048271	0.00147	13.61181	13.61181	45	
30600	534.07098	-21595.71915	-2672.52773	-46.64442823	0.00245	4.98227	18.59407	75	
30600	534.07098	-20561.72392	0	0	0.00294	0	19.25	90	



RESULTADOS

Velocidad Software

	Software cálculo matemático	Software para simulación
w_{AB} (rad/s)	-124.40478	-124.40483
v_B (mm/s)	-17926.08171	-17926.08159



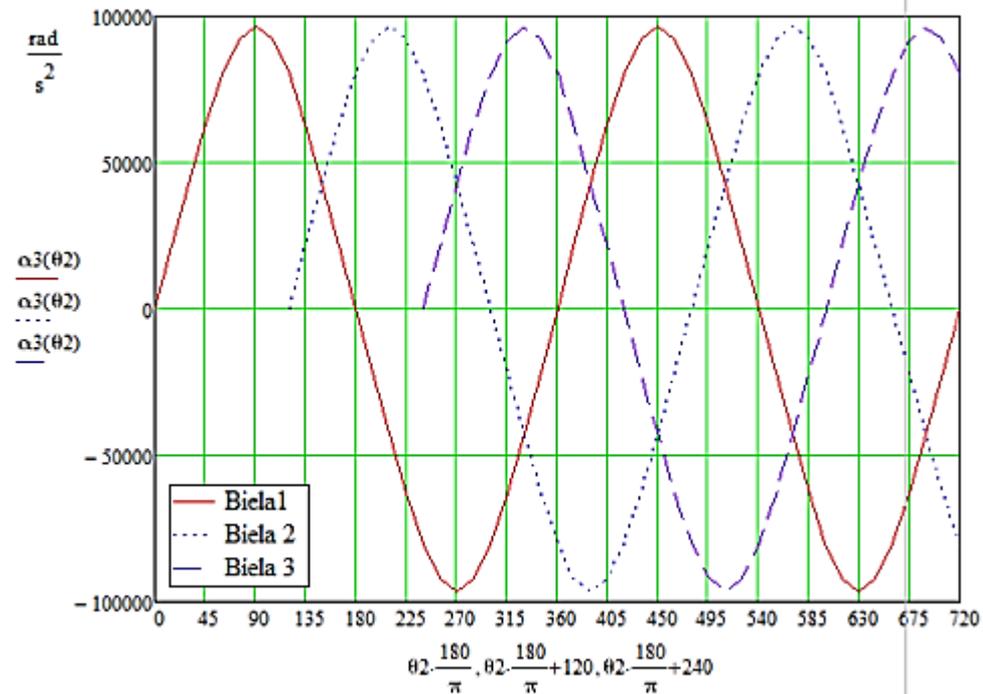
RESULTADOS

Aceleración

	Vectorial	Gráfico	Algebraico
α_{AB} (rad/s ²)	62835.89171	62835.89414	62835.8937
$ \vec{a}_B $ (mm/s ²)	-7863175.544	-7863175.981	-7863175.97656

Curvas

θ_2	α_{AB}
0°	0 rad/s ²
45°	62835.89412 rad/s ²
90°	96619.52098 rad/s ²
135°	62835.89412 rad/s ²
180°	0 rad/s ²

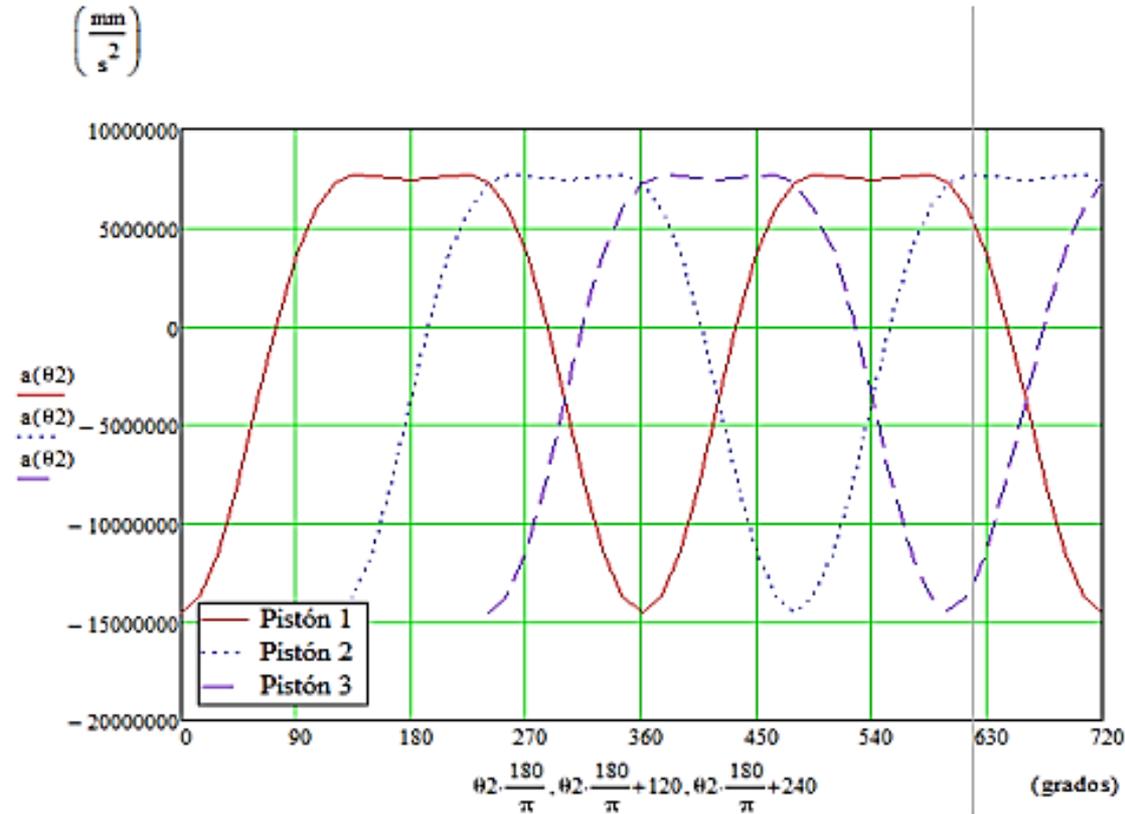




RESULTADOS

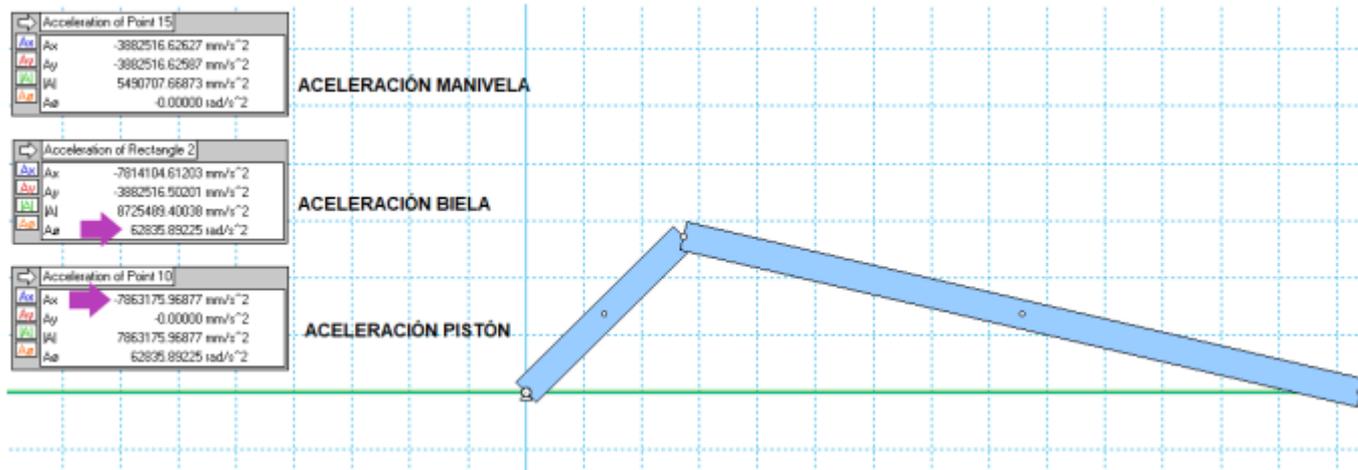
Aceleración Curvas

θ_2	a_B
0°	-14504619.42412 mm/s ²
45°	-7863175.97824 mm/s ²
90°	3719851.55768 mm/s ²
135°	7666890.52522 mm/s ²
180°	7458211.24963 mm/s ²



RESULTADOS

Aceleración Software CAE Multicuerpo



Acceleration of Point 15	Acceleration of Point 10	Acceleration of Rectangle 2		Position of Point 15
A ϕ (degrees/s ²)	Ax (mm/s ²)	A ϕ (degrees/s ²)	A ϕ (rad/s ²)	rot (grados)
0	0	0	0	0
0	-7863175.969	3600231.428	62835.88318	45
0	3719851.423	5535890.573	96619.50358	90
0	7666890.537	3600231.428	62835.88318	135



Aceleración Software

	Software cálculo matemático	Software para simulación
α_{AB} (rad/s ²)	62835.89412	62835.88318
a_B (mm/s ²)	-7863175.97824	-7863175.969



CONTENIDO

- 1 Introducción
- 2 Justificación
- 3 Objetivos
- 4 Metodología
- 5 Resultados
- 6 Conclusiones
- 7 Recomendaciones



CONCLUSIONES

La solución cinemática del mecanismo por método vectorial requiere un mayor análisis crítico debido a que es necesario establecer correctamente al inicio el sentido de los vectores, y las características de movimiento para definir las componentes nulas y los signos de los módulos

La solución por método gráfico permite determinar con mayor facilidad los parámetros cinemáticos de un solo ángulo, en comparación con el método vectorial que analiza los vectores en los ejes coordenados los mismos que sirven posteriormente para establecer el lazo vectorial en el estudio algebraico.

Por el método algebraico se obtienen las funciones de posición, velocidad y aceleración los mismos que sirven para evaluar a cualquier ángulo requerido, siempre que se tome al eslabón motriz con una velocidad angular constante.



CONCLUSIONES

El análisis por software matemático otorga la facilidad de trazo de curvas para su análisis de comportamiento, además de la disponibilidad de tabulación de valores para conocer puntos extremos del movimiento a cualquier ángulo solo con la variación de intervalos, siendo este el método de solución más exacto.

La simulación en software CAE otorga datos en tiempo real mediante la creación de eslabones con la longitud específica de los diferentes componentes del tren motriz del motor, además de mostrar el sentido de movimiento de cada elemento entendiendo así el funcionamiento del mecanismo.



CONTENIDO

- 1 Introducción
- 2 Justificación
- 3 Objetivos
- 4 Metodología
- 5 Resultados
- 6 Conclusiones
- 7 Recomendaciones



RECOMENDACIONES

La obtención de las masas del mecanismo conjunto con el parámetro de la aceleración del centro de gravedad, calculado por método gráfico, posibilitan un consecuente análisis dinámico del mecanismo.

Se recomienda realizar el análisis de estudio cinemático, utilizando el software para simulación, con motores de diferentes dimensiones para una comparativa entre ellos en los puntos máximos tanto de velocidad como de aceleración alcanzados por sus respectivos mecanismos biela - manivela.

Es recomendable utilizar el método de software matemático para gráficas en el estudio de sistemas biela – manivela de motores con mayor número de cilindros.



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

GRACIAS
POR SU
ATENCIÓN