Conference: Interdisciplinary Congress of Renewable Energies, Industrial Maintenance, Mechatronics and Information Technology

BOOKLET

RENIECYT
Registro Nacional de Instituciones y Empresas Científicas y Tecnológicas
1702902 CONACYT

RENIECYT - LATINDEX - Research Gate - DULCINEA - CLASE - Sudoc - HISPANA - SHERPA UNIVERSIA - E-Revistas - Google Scholar
DOI - REDIB - Mendeley - DIALNET - ROAD - ORCID

Title: Desarrollo didáctico complementario de las expresiones analíticas de las acciones de sacudimiento en las máquinas de combustión interna.

Authors: VÁZQUEZ-GONZÁLEZ, Benjamín, JIMÉNEZ-RABIELA, Homero, RAMÍREZ-CRUZ, José Luis y GARCÍA-SEGURA, Pedro.

Editorial label ECORFAN: 607-8695
BCIERMMI Control Number: 2019-206
BCIERMMI Classification (2019): 241019-206

Pages: 11
RNA: 03-2010-032610115700-14

ECORFAN-México, S.C.
143 – 50 Itzopan Street
La Florida, Ecatepec Municipality
Mexico State, 55120 Zipcode
Phone: +52 1 55 6159 2296
Skype: ecorfan-mexico.s.c.
E-mail: contacto@ecorfan.org
Facebook: ECORFAN-México S. C.
Twitter: @EcorfanC

www.ecorfan.org

Holdings
Mexico
Bolivia
Spain
Ecuador
Peru
Colombia
Cameroon
El Salvador
Taiwan
Paraguay
Guatemala
Democratic Republic of Congo
Nicaragua

Introducción: El análisis y estudio de las máquinas de combustión interna sigue vigente.

Metodología: Se presenta un desarrollo completo de las

ecuaciones dinámicas y los criterios para determinar las fuerzas y pares de sacudimiento.

Resultados : Se obtienen las expresiones establecidas en la literatura con procedimientos alternos.

Conclusiones : Es importante y necesario presentar el manejo propio y completo del desarrollo de las ecuaciones de sacudimiento, para tener una comprnsión total de su significado

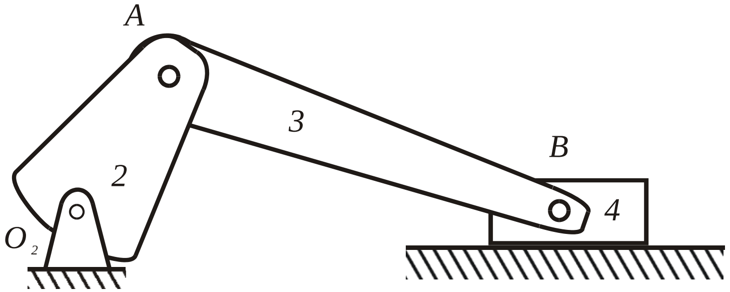
Referencias: Norton, R. (2009). Kinematics and Dynamics of Machinery, USA: McGraw-Hill Education.

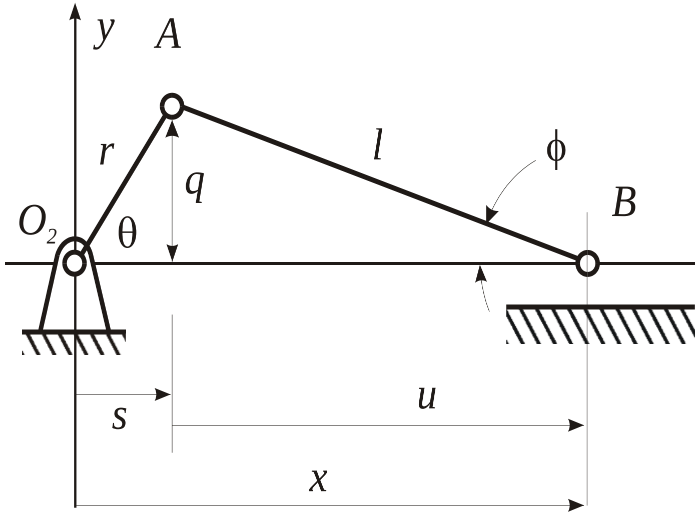
Wilson C. E. y Sadler J. P. (2002). Kinematics and Dynamics of Machinery, USA. Pearson.

Metodología

Modelo cinemático

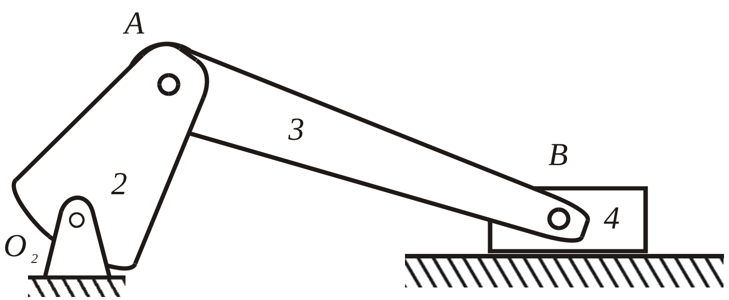
$$\tan\phi = \frac{sen\ \phi}{cos\ \phi} = \frac{\frac{r}{l} sen\ \omega t}{\sqrt{1-\left(\frac{r}{l} sen\ \omega t\right)^2}}$$

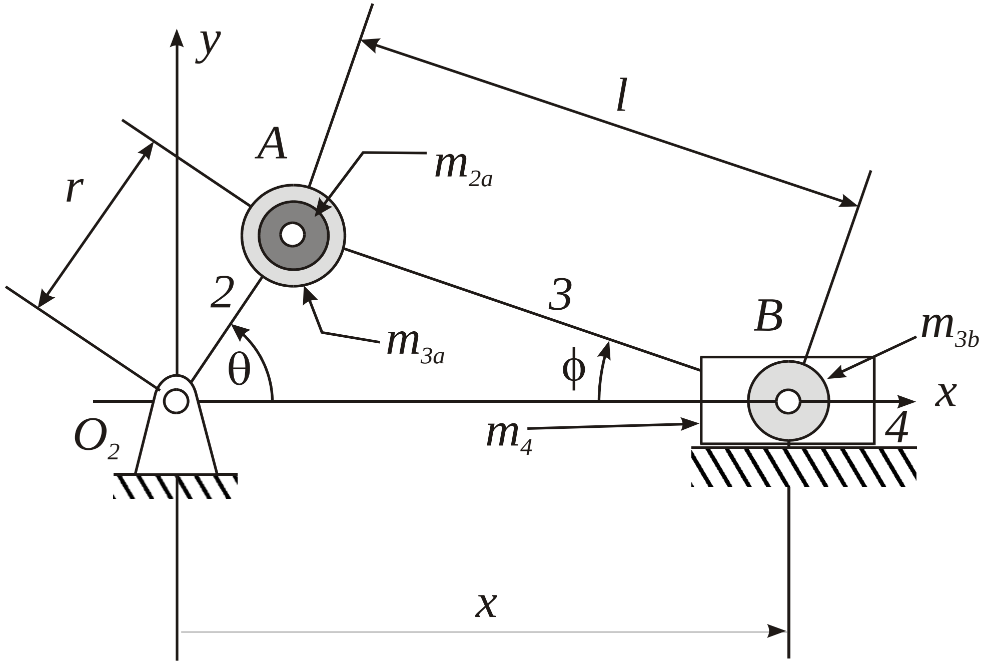




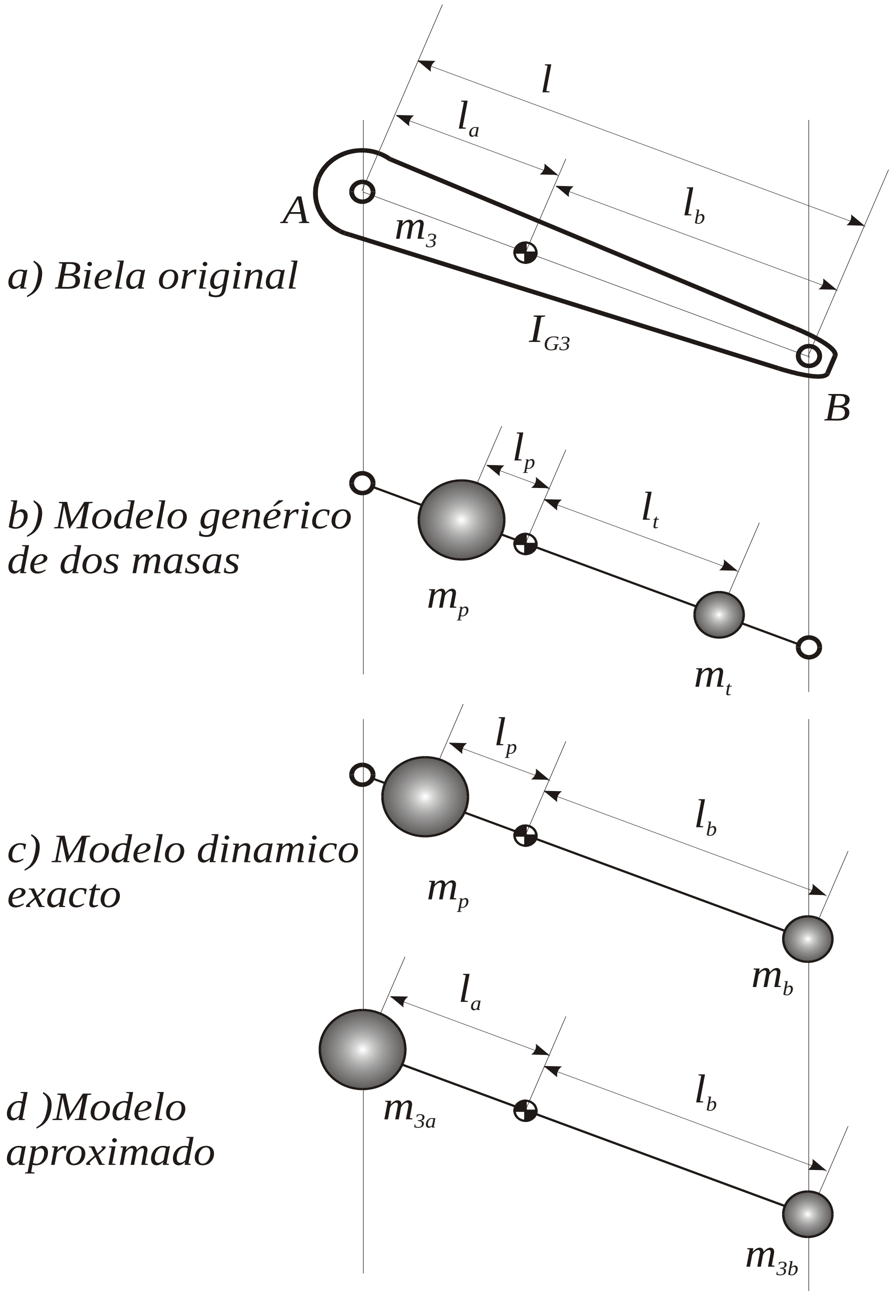
$$x \cong r\cos\omega t + l\left(1-\frac{1}{2}\left(\frac{r}{l} sen\ \omega t\right)^2\right)$$

$$x = r\cos\omega t + l\sqrt{1-\left(\frac{r}{l} sen\ \omega t\right)^2}$$





$$m_A = m_{2a} + m_{3a}\ , m_B = m_{3b} + m_4$$



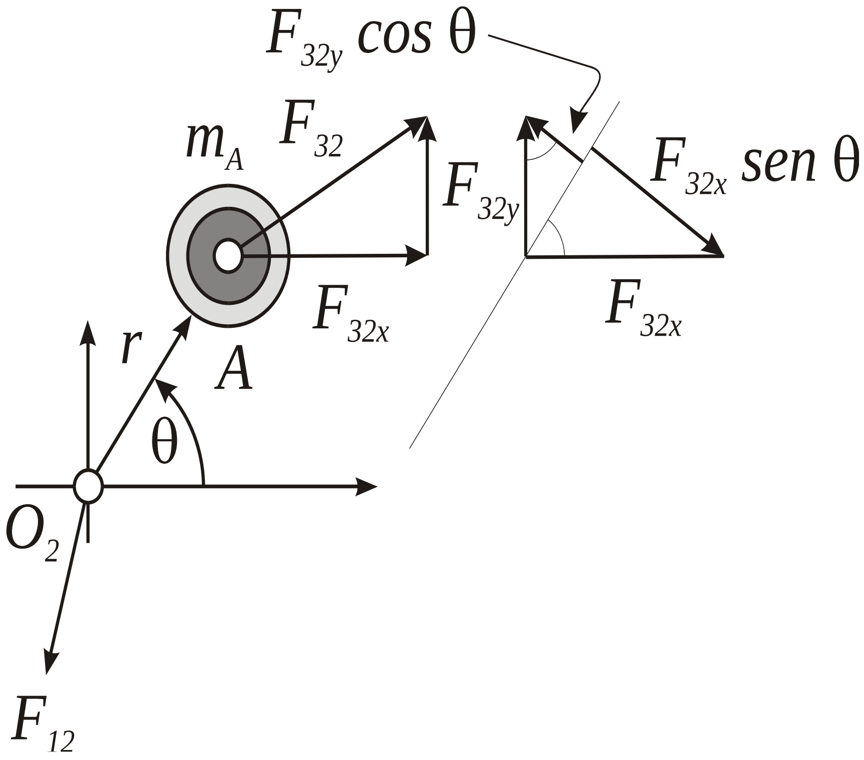
a) Biela original

b) Modelo genérico de dos masas

c) Modelo dinamico exacto

d)Modelo aproximado

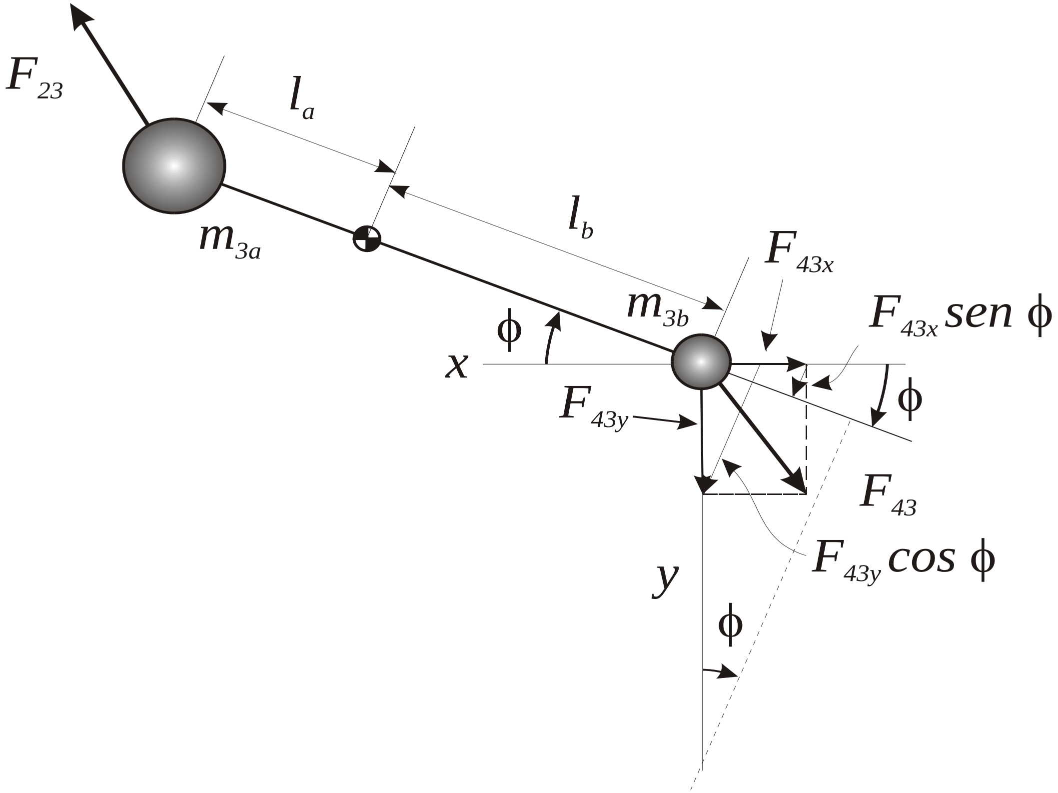
Análisis de la manivela



Par de sacudimiento

$$T_{12} = F_{32x} r sen\theta - F_{32y} r cos\theta$$

Análisis de la biela



Evaluación de pares

$$\sum M_A = F_{43x} l sen\phi + F_{43y} l cos\phi \quad = m_{3b} a_{Bx} l sen\phi$$

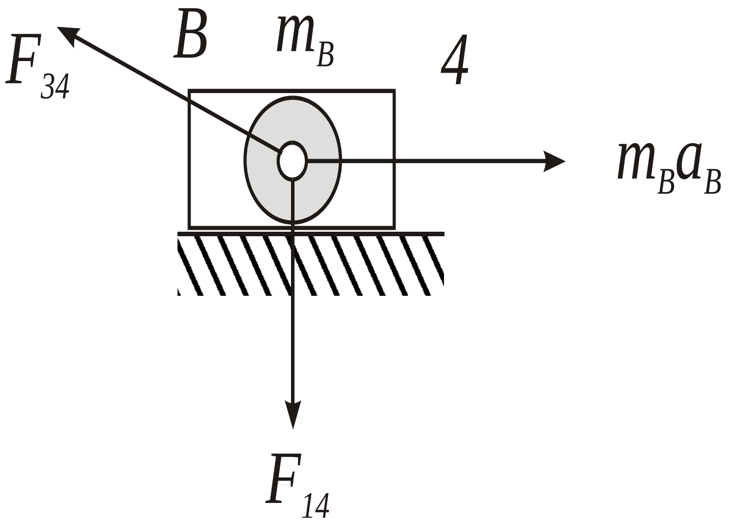
$$F_{43y} = (m_{3b} a_{Bx} - F_{43x}) tan\phi$$

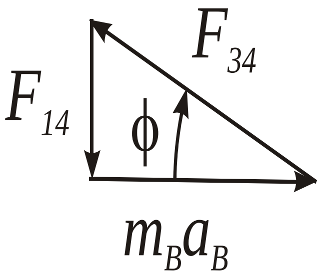
Evaluación de fuerzas

$$\sum F_{3x} = F_{23x} + F_{43x} = m_A a_{Ax} + m_{3b} a_{Bx}$$

$$\sum F_{3y} = F_{23y} + F_{43y} = m_A a_{Ay}$$

Análisis del pistón





$$\sum F_{4x} = F_{34x} = m_4 a_{Bx}$$

$$F_{34x} = -F_{43x}$$

$$-F_{43x} = m_4 a_{Bx}$$

$$F_{23x} = m_A a_{Ax} + m_{3b} a_{Bx} + m_4 a_{Bx}$$

$$= m_A a_{Ax} + (m_{3b} + m_4) a_{Bx}$$

$$F_{23x} = m_A a_{Ax} + m_B a_{Bx}$$

$$F_{43y} = (m_{3b} a_{Bx} + m_4 a_{Bx}) tan\phi$$

(pag 6.)

$$F_{43y} = m_B a_{Bx} tan\phi$$

$$m_A = m_{2a} + m_{3a}\ , m_B = m_{3b} + m_4$$

(pag 4.)

$$F_{23y} = m_A a_{Ay} - F_{43y}$$

$$= m_A a_{Ay} - (m_{3b} a_{Bx} - F_{43x}) tan\phi$$

$$F_{23y} = m_A a_{Ay} - F_{43y}$$

$$= m_A a_{Ay} - (m_{3b} a_{Bx} + m_4 a_{Bx}) tan\phi$$

$$F_{23y} = m_A a_{Ay} - m_B a_{Bx} tan\phi$$

Definición de fuerzas inerciales

$$-F_{ix} = F_{ex} = F_{23x}$$

$$-F_{iy} = F_{ey} = F_{23y} + F_{43y}$$

Aceleración rotacional y de desplazamiento

$$a_{Ax} = -r\omega^2 cos\omega t, a_{Ay} = -r\omega^2 sen\omega t$$

$$a_B = a_{Bx} \backcong -r\omega^2 \left(\cos\omega t + \frac{r}{l} cos2\,\omega t \right)$$

Definición de fuerzas de sacudimiento

$$F_{sx} = -F_{ix} = F_{23x} = m_A a_{Ax} + m_B a_{Bx}$$

$$F_{sy} = -F_{iy} = F_{23y} + F_{43y}$$

$$= m_A a_{Ay} - m_B a_{Bx} tan\phi + m_B a_{Bx} tan\phi$$

$$= m_A a_{Ay}$$

Evaluación del par de sacudimiento

$$T_{12} = F_{32x} r sen\theta - F_{32y} r cos\theta$$

$$T_{12} = m_A (r\omega^2 cos\omega t) r sen\omega t + m_B a_{Bx} r sen\omega t$$
$$-m_A (r\omega^2 sen\omega t) r cos\omega t + m_B a_{Bx} tan\phi\, r cos\omega t$$

$$T_{12} = m_B r a_{Bx} (sen\omega t + tan\phi cos\omega t)$$

Recordando que:

$$\tan\phi = \frac{sen\ \phi}{cos\ \phi} = \frac{\frac{r}{l} sen\ \omega t}{\sqrt{1 - \left(\frac{r}{l} sen\ \omega t\right)^2}}$$

$$T_{12} = m_B r a_{Bx} sen\omega t \left(1 + \frac{\frac{r}{l} cos\omega t}{\sqrt{1 - \left(\frac{r}{l} sen\ \omega t\right)^2}} \right)$$

Desarrollando en series

$$\frac{1}{\sqrt{1-\left(\frac{r}{l} sen\ \omega t\right)^2}} \cong 1+\frac{r^2}{2lr^2}(sen\omega t)^2$$

$$T_{12} \cong m_B r a_{Bx} sen\omega t\left(1+\frac{r}{l}cos\omega t+\frac{r^2}{2l^2}\frac{r}{l}cos\omega t(sen\omega t)^2\right)$$

La relación *r/l*, puede alcanzar valores muy pequeños, por lo que los términos asociados con estos productos, para potencias mayores a dos, se pueden retirar de la expresión del par de sacudimiento, el resultado es,

$$T_{12} \cong m_B r a_{Bx} sen\omega t\left(1+\frac{r}{l}cos\omega t\right)$$

$$T_{12} \cong -r^2\omega^2 m_B\left(\cos\omega t + \frac{r}{l}\,cos2\ \omega t\right)\left(1 + \frac{r}{l}\,cos\omega t\right) sen\omega t$$

$$T_{12} \cong -r^2\omega^2 m_B\left(\cos\omega t + \frac{r}{l}\,cos^2\omega t + \frac{r}{l}\,cos2\ \omega t\right) sen\omega t \qquad cos^2\omega t = \frac{1}{2}\cos 2\omega t + \frac{1}{2}$$

$$T_{12} \cong -r^2\omega^2 m_B\left(\cos\omega t + \frac{r}{l}\left(\frac{1}{2}\cos 2\omega t + \frac{1}{2}\right) + \frac{r}{l}\,cos2\ \omega t\right) sen\omega t$$

$$T_{12} \cong -r^2\omega^2 m_B\left(\cos\omega t + \frac{r}{2l}\cos 2\omega t + \frac{r}{2l} + \frac{r}{l}\,cos2\ \omega t\right) sen\omega t$$

$$\boxed{T_{12} \cong -r^2\omega^2 m_B\left(\cos\omega t + \frac{r}{2l} + \frac{3r}{2l}\cos 2\omega t\right) sen\omega t}$$

ECORFAN®