

Universidad Nacional de Piura



Study of the Dynamics of the Solid with Embedded Components in Civil Engineering with Maplesoft

Lenin Araujo Castillo
physicsleninac@hotmail.com

Escuela de Ingeniería
Trujillo

03 de Agosto, 2015

Contenido

- 1 Resumen
 - Abstract
- 2 Introducción
 - Visión Dinámica
- 3 Components Embedded con Maplesoft
 - Estructura de funcionamiento
 - Análisis Vectorial
- 4 Aplicaciones a Ingeniería Civil
 - Cinemática Plana
 - Fuerza y Aceleración
 - Modelo Completo



Desarrollo del Contenido

1 Resumen

■ Abstract

2 Introducción

■ Visión Dinámica

3 Components Embedded con Maplesoft

■ Estructura de funcionamiento

■ Análisis Vectorial

4 Aplicaciones a Ingeniería Civil

■ Cinemática Plana

■ Fuerza y Aceleración

■ Modelo Completo

Ingeniería

Components Embedded with Maplesoft

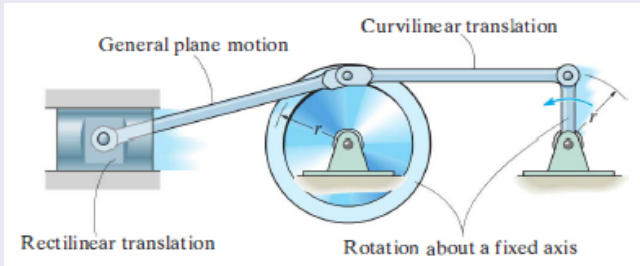
In this paper of presents under a totally modern sound environment dynamics; using embedded components that gives us the Cybernet Company through its product Maple 2015. Using classical techniques vector equations describe the particle, particle system and solid bodies. We note that the solutions offered by this software motivate students civil and mechanical engineering to find optimal answers. Integrating algorithms own programming language and solid mechanics using buttons we relate the movement of translation and rotation with reference to its center of mass. Choosing envelopes graphical methods, functional programming and mathematical computer display modeling reached alternatives to achieve the next generation of engineers. Therefore this work show that the use of embedded components allow us to merge the traditional and the computer; It means that all these equations using physical and propose viable criteria we perform in a dynamic sheet; which they have a number of components; then generate simulations with real objects.

Desarrollo del Contenido

- 1 Resumen
 - Abstract
- 2 **Introducción**
 - **Visión Dinámica**
- 3 Components Embedded con Maplesoft
 - Estructura de funcionamiento
 - Análisis Vectorial
- 4 Aplicaciones a Ingeniería Civil
 - Cinemática Plana
 - Fuerza y Aceleración
 - Modelo Completo

Observación y desarrollo

Solución por bloques

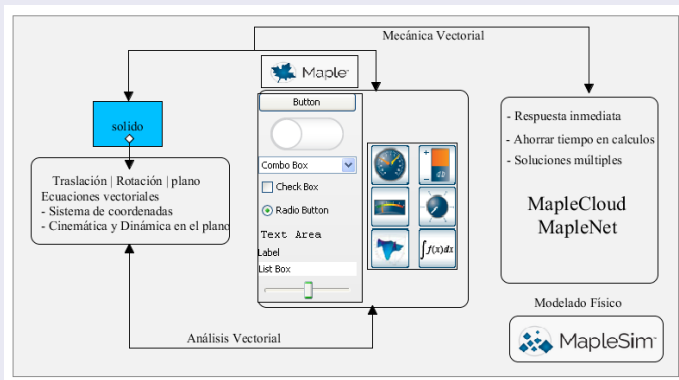


Desarrollo del Contenido

- 1 Resumen
 - Abstract
- 2 Introducción
 - Visión Dinámica
- 3 Components Embedded con Maplesoft
 - Estructura de funcionamiento
 - Análisis Vectorial
- 4 Aplicaciones a Ingeniería Civil
 - Cinemática Plana
 - Fuerza y Aceleración
 - Modelo Completo

Usando Maplesoft con Maple

DB con CE



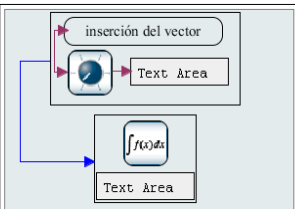
Components Embedded

Caso sencillo

Problema

Crear un vector, con funciones de variable real; que se evalúe para $0 \leq t \leq 10$, luego halle su módulo.

Sugerencia: Puede utilizar los CE MathContainer, TextArea y Dial.



$$A = (t + 1, t, 5)$$

UL



5

$$\begin{bmatrix} 6 \\ 5 \\ 5 \end{bmatrix}$$

9.2736

Maplesoft

The screenshot displays the MapleCloud web interface. On the left is a dark sidebar with a login form and navigation links. The main content area shows a list of applications under the heading "Apps from MapleCloud".

MapleCloud

Account Type: Maplesoft

Email: Enter email

Password: Enter password

Login

Create Account
Forgot Password

Community

Tools

Math Apps

Apps from MapleCloud

Share this folder

Documents	Rating	Date	Action
The Barn-Pole Paradox	0☆	7/8/2015	⚙️
Dollar Cost Averaging	0☆	7/8/2015	⚙️
Breather Pseudosphere	0☆	7/8/2015	⚙️
Chi-Square Tests	0☆	7/8/2015	⚙️
Factorización	0☆	7/8/2015	⚙️
Vector Addition	3☆	6/16/2015	⚙️
Exponential Functions	1☆	6/16/2015	⚙️
Tower of Hanoi	3☆	6/16/2015	⚙️
The River Crossing Problem	14☆	6/16/2015	⚙️
Direction Fields	1☆	6/9/2015	⚙️
Momento Lineal y Circular con Componentes	0☆	6/7/2015	⚙️
Shading by Argument	3☆	6/4/2015	⚙️

Desarrollo del Contenido

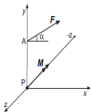
- 1 Resumen
 - Abstract
- 2 Introducción
 - Visión Dinámica
- 3 Components Embedded con Maplesoft
 - Estructura de funcionamiento
 - Análisis Vectorial
- 4 Aplicaciones a Ingeniería Civil
 - Cinemática Plana
 - Fuerza y Aceleración
 - Modelo Completo

Análisis Vectorial

CE: para controlar ángulo

Problema+CE=solución interactiva I

Si $F=1000\text{N}$, $P=<0,0,0>\text{m}$ y $A=<0,1,5,0>\text{m}$.
Hállese el momento del vector M .

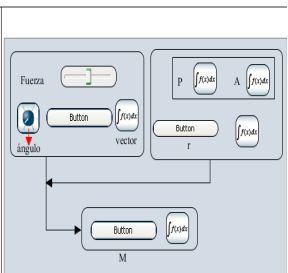


Conocimientos previos:

- Producto vectorial
- Librería VectorCalculus
- Componentes embeded

Luego:

- Generación y Relación de bloques
- Algoritmo gráfico
- Prueba de escritorio



Observación: Control del ángulo.

$F = 1000 \text{ N}$ $\alpha = 30^\circ$ $(1/6) * \pi \text{ rad}$

$F = \begin{bmatrix} 866.0254040 \\ 500. \\ 0. \end{bmatrix}$ 1000.0 N

$P = \langle 0, 0, 0 \rangle \text{ m}$ $A = \langle 0, 1.5, 0 \rangle \text{ m}$ $r = \begin{bmatrix} 0.0 \\ 1.5 \\ 0.0 \end{bmatrix} \text{ m}$

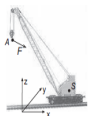
$M = r \times F \rightarrow \begin{bmatrix} 0. \\ 0. \\ -1299.038106 \end{bmatrix}$ 1299.0 Nm

Análisis Vectorial

CE: para controlar las componentes del vector fuerza

Problema+CE=solución interactiva II

Determine el momento M ; si las fuerzas son variables, $A = \langle -4, 1, 13 \rangle$ y $S = \langle 10, 3, 2 \rangle$



Cada modelo tiene tu propia solución; con la misma estructura.

componentes x,y,z

Observación: Control de las componentes de la fuerza.

Solución:

$$F_x = \begin{matrix} 20 \\ 10 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{matrix} \text{ kN} \quad F_y = \begin{matrix} 100 \\ -50 \\ 0 \\ -50 \\ -100 \\ 0 \end{matrix} \text{ kN} \quad F_z = \begin{matrix} 100 \\ 50 \\ 0 \\ 50 \\ 100 \\ 0 \end{matrix} \text{ kN}$$

$$A = \begin{pmatrix} -4 \\ 1 \\ 13 \end{pmatrix} \text{ m} \quad S = \begin{pmatrix} 10 \\ 3 \\ 2 \end{pmatrix} \text{ m} \quad r = \begin{pmatrix} -14 \\ -2 \\ 11 \end{pmatrix} \text{ m}$$

$$M = r \times F = \begin{pmatrix} 255 \\ -1334 \\ 82 \end{pmatrix} \text{ kNm}$$

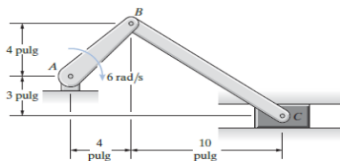
Desarrollo del Contenido

- 1 Resumen
 - Abstract
- 2 Introducción
 - Visión Dinámica
- 3 Components Embedded con Maplesoft
 - Estructura de funcionamiento
 - Análisis Vectorial
- 4 Aplicaciones a Ingeniería Civil
 - **Cinemática Plana**
 - Fuerza y Aceleración
 - Modelo Completo

Barras I

Ingeniería

La barra AB mostrada gira a 6 rad/s en el sentido de las manecillas del reloj. Determine la velocidad (en pulg/s) del deslizador C.



$$V_C = \mathbf{V}_A + (\omega_{BC} \times r_{C/B})$$

$$V_C = \left(\mathbf{V}_A + (\omega_{AB} \times r_{B/A}) \right) + (\omega_{BC} \times r_{C/B})$$

Inserción de velocidades:

$$v_A = \langle 0, 0, 0 \rangle \text{ m/s}$$

velocidades angulares:

$$\omega_{AB} = \langle 0, 0, -6 \rangle \text{ rad/s}$$

$$\omega_{BC} = \langle 0, 0, 2.4 \rangle \text{ rad/s}$$

vectores posición:

$$r_{B/A} = \langle 4, 4, 0 \rangle \text{ m}$$

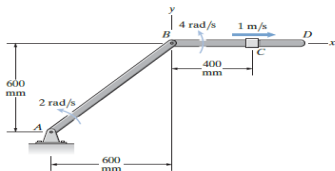
$$r_{C/B} = \langle 10, -7, 0 \rangle \text{ m}$$

$$v[C] = \begin{bmatrix} 40.8 \\ 0.0 \\ 0.0 \end{bmatrix} \text{ m/s}$$

Barras II

Ingeniería

El collarín C mostrado se desliza a 1 m/s con respecto a la barra BD. Use el sistema coordenado fijo al cuerpo que se muestra en la figura para determinar la velocidad de C.



$$v_A = v_B + v_{A \text{ rel}} + \omega \times r_{A/B}$$

$$v_C = v_B + v_{A \text{ rel}} + \omega_{BD} \times r_{C/B}$$

$$v_C = (\omega_{AB} \times r_{B/A}) + v_{A \text{ rel}} + \omega_{BD} \times r_{C/B}$$

Insertando las posiciones y velocidades angulares:

$$\omega_{AB} = (0, 0, 2) \text{ rad/s}$$

$$r_{B/A} = (600, 600, 0) \text{ m}$$

$$v_{A \text{ rel}} = (1000, 0, 0) \text{ m/s}$$

$$\omega_{BD} = (0, 0, 4) \text{ rad/s}$$

$$r_{C/B} = (400, 0, 0) \text{ m}$$

$$v[C] = \begin{bmatrix} -200. \\ 2800. \\ 0. \end{bmatrix} \text{ m/s}$$

Desarrollo del Contenido


- 1 Resumen
 - Abstract
- 2 Introducción
 - Visión Dinámica
- 3 Components Embedded con Maplesoft
 - Estructura de funcionamiento
 - Análisis Vectorial
- 4 Aplicaciones a Ingeniería Civil
 - Cinemática Plana
 - Fuerza y Aceleración
 - Modelo Completo


SLN: MathContainer, Dial, Slider, etc


Caso constante y variable I

Ingresando las variables de entrada: $\sum F_{x,y,z} = m a_{x,y,z}$


$m =$ kg


$F_x =$ N  seg. N


$F_y =$ N  seg. N

$F_z =$ N  seg. N

Aceleraciones: $a_{x,y,z} = \frac{F_{x,y,z}}{m}$

$a[x]$ m/s²  m/s²

$a[y]$ m/s²  m/s²

$a[z]$ m/s²  m/s²

Momento

Caso constante y variable II

$$\text{Comp.} = \left\langle \frac{t}{2}, 3-t, 5 \right\rangle$$

 x y z

$$r[x,y,z] = \begin{bmatrix} \frac{9}{2} \\ 27 \\ 5 \end{bmatrix}$$



Importante

Control de componentes a través del parámetro "t".

Fuerza:



$$\begin{bmatrix} t^2 + 2t + 1 \\ 3t \\ 15 \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} 19 \\ 16 \\ 15 \end{bmatrix} \quad N$$

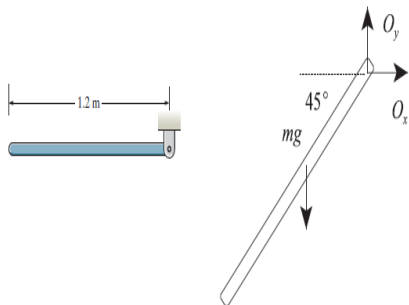
$$\sum M_{x,y,z} = r_{x,y,z} \times F_{x,y,z}(r(t))$$

$$M[x] = \begin{bmatrix} 50 \\ 5 \\ -32 \end{bmatrix} \quad M[y] = \begin{bmatrix} 80 \\ 10 \\ -84 \end{bmatrix} \quad M[z] = \begin{bmatrix} 105 \\ \frac{5}{2} \\ -108 \end{bmatrix}$$

Barras III

Ingeniería

La barra delgada de 5 kg se suelta desde el reposo en la posición horizontal mostrada. En el instante que ha girado 45° , su velocidad angular es de 4.16 rad/s. En ese instante, determine la magnitud de la fuerza ejercida sobre la barra por el soporte de pasador.



Solución

Ingeniería

Solución:

$$a_G = a_0 + (\alpha \times r_{G/O}) - \omega^2 r_{G/O}$$

$$\sum F = mg$$

$$a_0 = \langle 0, 0, 0 \rangle \text{ m/s}^2 \quad \alpha = \langle 0, 0, 8.67 \rangle \text{ rad/s}^2$$

$$r_{G/O} = \langle -0.6 \cos\left(\frac{\pi}{4}\right), -0.6 \sin\left(\frac{\pi}{4}\right), 0 \rangle \text{ m} \quad \omega = \langle 0, 0, 4.16 \rangle \text{ rad/s}$$

$$a(G) = \begin{bmatrix} 11.02051374 \\ 3.663774791 \\ 0. \end{bmatrix} \text{ m/s}^2 \quad m = 5 \text{ kg}$$

$$F_x = m \cdot a_x = 55.10256870 \quad F_y = m \cdot a_y = 67.31887395$$

$$F_n = \begin{bmatrix} 55.10256870 \\ 67.31887395 \\ 0 \end{bmatrix} \quad 86.99496461 \text{ N}$$

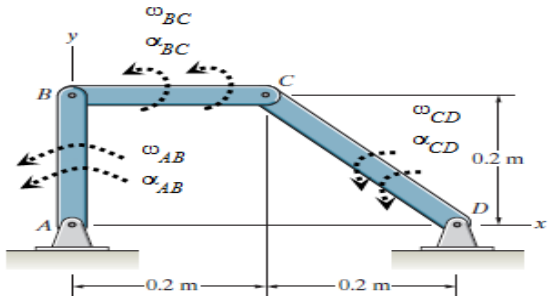
Desarrollo del Contenido

- 1 Resumen
 - Abstract
- 2 Introducción
 - Visión Dinámica
- 3 Components Embedded con Maplesoft
 - Estructura de funcionamiento
 - Análisis Vectorial
- 4 Aplicaciones a Ingeniería Civil
 - Cinemática Plana
 - Fuerza y Aceleración
 - Modelo Completo

Sistema de Barras I

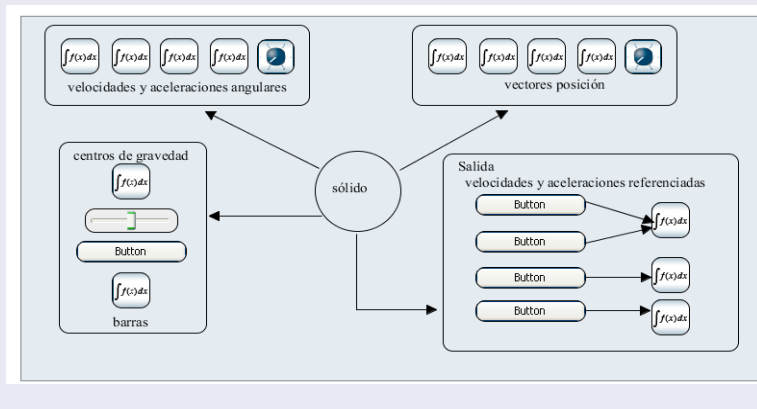
Ingeniería

Hálllese la velocidad y aceleración en el punto D. Además la aceleración del CG de la barra BC.



Sistema de Barras I

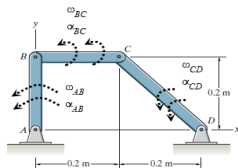
Diagrama de Bloques



Sistema de Barras I

Problema y Solución I

Hállense la velocidad y aceleración en el punto D. Además la aceleración del CG de la barra BC.



Solución:

$$v_B = v_A + \omega_{AB} \times r_{B/A}$$

$$v_C = v_B + \omega_{BC} \times r_{C/B}$$

$$v_D = v_C + \omega_{CD} \times r_{D/C}$$

$$v_D = ((v_A + \omega_{AB} \times r_{B/A}) + \omega_{BC} \times r_{C/B}) + \omega_{CD} \times r_{D/C}$$

$$a_D = ((a_A + \alpha_{AB} \times r_{B/A} - \omega_{AB}^2 r_{B/A}) + \alpha_{BC} \times r_{C/B} - \omega_{BC}^2 r_{C/B}) + \alpha_{CD} \times r_{D/C} - \omega_{CD}^2 r_{D/C}$$

Ingresando las velocidades y aceleraciones:

$$\omega_{AB} = (0, 0, 10) \text{ rad/s} \quad \alpha_{AB} = (0, 0, 1) \text{ rad/s}^2$$

$$\omega_{BC} = (0, 0, 15) \text{ rad/s} \quad \alpha_{BC} = (0, 0, 2) \text{ rad/s}^2$$

$$\omega_{CD} = (0, 0, 20) \text{ rad/s} \quad \alpha_{CD} = (0, 0, 3) \text{ rad/s}^2$$

Ingresando los vectores posición (referenciados):

$$r_{B/A} = (0, 0, 5) \text{ m} \quad r_{C/B} = (0, 5, 7) \text{ m}$$

$$r_{D/C} = (0, 2, 6) \text{ m}$$

$$v_A = (0, 0, 2) \text{ m/s} \quad a_A = (0, 0, 0) \text{ m/s}^2$$

Calculando la velocidad y la aceleración en el punto D

Sistema de Barras I

Solución II

$$a_B = a_A + \alpha_{AB} x r_{B/A} - \omega_{AB}^2 r_{B/A}$$

$$a_C = a_B + \alpha_{BC} x r_{C/B} - \omega_{BC}^2 r_{C/B}$$

$$a_D = a_C + \alpha_{CD} x r_{D/C} - \omega_{CD}^2 r_{D/C}$$

$$a_{CG} = a_B + \alpha_{BC} x r_{CG,B} - \omega_{BC}^2 r_{CG,B}$$

$$r_{CG,B} = (1, 0, 0) \text{ m}$$

$$a[B] = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ -500 \end{bmatrix} \text{ m/s}^2$$

Luego:

$$a[CG[BC]] = \begin{bmatrix} -225 \\ 2 \\ -500 \end{bmatrix} \text{ m/s}^2$$

$$v[D] = \begin{bmatrix} -115 \\ 0 \\ 2 \end{bmatrix} \text{ m/s}$$

$$a[D] = \begin{bmatrix} -16 \\ -1925 \\ -4475 \end{bmatrix} \text{ m/s}^2$$





$$\sum F_x = m a_x \quad \sum F_y = m a_y \quad y$$

$$\sum M = I \alpha$$

Conclusiones y trabajos futuros

- Los CE son necesarios para el cálculo de ecuaciones vectoriales.
- La Dinámica del sólido son compatibles con los CE.
- Integrabilidad con la web moderna (HTML 5).

Lecturas adicionales I

-  FRANK R. GIORDANO. WILLIAM P. FOX, *A First Course in Mathematical Modeling, 5nd ed., Cencage Learning, 2014.*
-  DIETMAR GROSS WERNER HAUGER JÖRG SCHRÖDER WOLFGANG A. WALL, *Engineering Mechanics 3 - Dynamics, 1nd ed., Springer, 2011.*
-  THOMAS WESTERMANN, *Mathematische Probleme lösen mit Maple, 5st ed., Springer, 2014.*
-  STEPHEN LYNCH, *Dynamical Systems with Applications using Maple TM, 2nd ed., Birkhauser,2010.*

Gracias por su participación

¿PREGUNTAS?

Muchas Gracias!!!

Para saber más.

www.maplesoft.com

www.mapleprimes.com