

Simulación de un Mecanismo Biela-Manivela-Corredera

López Puebla Ricardo, Solís Ramírez Michael Giovanni, Pérez Uribe José Heli, García Monroy Jesús, De La Cruz Granados Luis Miguel, Hernández Ruiz Jessica Anahí, Dorantes Olvera Oscar Nahúm, Dorantes Chávez Israel, Pérez Rodríguez Andrea Guadalupe, Ramírez De Jesús Juan Carlos, Alvarado Flores Oscar Abimael, Nabor Aguilar Yesenia Juseth, Efrén Gorrostieta Hurtado y José Emilio Vargas Soto.

Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Informática.
Av. de las Ciencias s/n, C.P. 76230, Juriquilla, Querétaro.

Resumen.

Este artículo muestra el desarrollo de una herramienta que simula el movimiento del mecanismo de una biela manivela corredera, de tal forma que describe la metodología y la implementación de dicha herramienta utilizando el lenguaje java y applets para lograr su disponibilidad en internet.

El artículo muestra las ecuaciones cinemáticas asociadas con el desplazamiento de los elementos del mecanismo, la interfaz de uso y su aplicabilidad para estudiantes de física a nivel secundaria.

1. Introducción.

El planteamiento del problema es contar con la información suficiente y necesaria para entender el origen y causas del problema. Para definir el problema se debe afinar y estructurar una idea de lo que se desea resolver de forma clara y concisa, fijando objetivos y estableciendo prioridades respecto a éste.

En este sentido, el trabajo se orienta en desarrollar una herramienta que facilite el aprendizaje de conceptos cinemáticos para la asignatura de física a nivel secundaria. Se seleccionó el mecanismo *biela-manivela-corredera* por contar con completo esquema de movimiento: rotación pura en la manivela, desplazamiento lineal en la corredera y movimiento combinado en la biela. Así mismo, es un mecanismo ampliamente utilizado procesos industriales, por lo que una herramienta virtual de diseño permite realizar pruebas sin mayor gasto de producción, esto en cuanto a los recursos necesarios

para visualizar y estudiar la cinemática del mecanismo.

2. Metodología.

Con el propósito de ordenar las actividades de las personas, todos estudiantes, que desarrollaron la herramienta de simulación del mecanismo, así como reducir tiempos y costos de desarrollo, se utilizó una metodología de ingeniería de software que ha sido utilizada por uno de los autores [1].

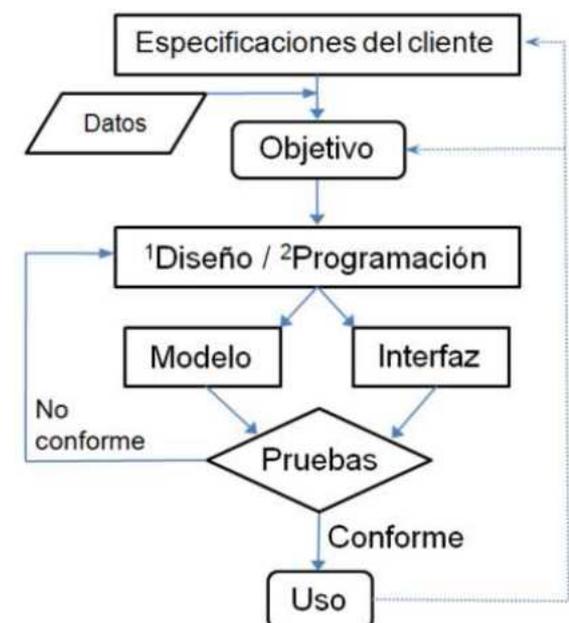


Fig. 1 Metodología de programación en Java.

3. Mecanismo biela-manivela-corredera.

Los sistemas (biela-manivela y excéntrica-biela) permiten convertir el movimiento giratorio continuo de un eje en uno lineal alternativo en el pie de la biela. También permite el proceso contrario: transformar un movimiento lineal alternativo del pie de biela en uno en giratorio continuo en el eje al que esta conectada la excéntrica o la manivela.

Este mecanismo es el punto de partida de los sistemas que aprovechan el movimiento giratorio de un eje o de un *árbol* para obtener movimientos lineales alternativos o angulares, pero también es imprescindible para lo contrario: producir giros a partir de movimientos lineales alternativos u oscilantes.

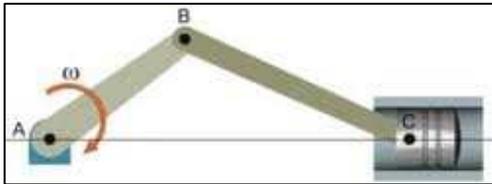


Figura 2. Esbozo preliminar del mecanismo

3.1 Análisis cinemático del mecanismo.

El análisis cinemático del mecanismo se basa en la parametrización que se muestra en la Figura 3, misma que se encuentra ampliamente descrita en [3], y aplicada en [4].

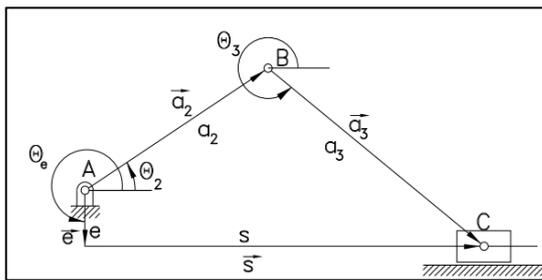


Figura 3. Parametrización del mecanismo.

Siendo \hat{a}_2 un vector que representa la longitud efectiva de la manivela, \hat{a}_3 es un vector que representa la longitud efectiva de la biela, C el punto que ubica el centro de gravedad de la corredera, \hat{e} y \hat{s} son vectores sobre el eje vertical y horizontal, respectivamente, que ubican el punto C. θ_i es la orientación del elemento i-esimo del mecanismo. La ecuación de lazo cerrado del mecanismo se encuentra dado por:

$$\hat{a}_2 + \hat{a}_3 = \hat{e} + \hat{s} \quad (1)$$

Si se seleccionan los ángulos asociados a los vectores, $\theta_e=270^\circ$, θ_e , θ_3 , $\theta_a = 0^\circ$, a partir del semieje positivo X, las componentes escalares de la ecuación a lo largo de los ejes X y Y están dadas por:

$$\begin{aligned} a_2 C\theta_e + a_3 C\theta_3 &= eC\theta_e + sC\theta_s \\ a_2 S\theta_e + a_3 S\theta_3 &= eS\theta_e + sS\theta_s \end{aligned} \quad (2)$$

Siendo $C\theta_i$ el coseno de θ_i y $S\theta_i$ el seno de θ_i . Sustituyendo los valores de los ángulos θ_x y θ_e , se tiene que:

$$\begin{aligned} a_2 C\theta_2 + a_3 C\theta_3 &= s \\ a_2 S\theta_2 + a_3 S\theta_3 &= -e \end{aligned} \quad (3)$$

Debe notarse que los parámetros del mecanismo son e , θ_e , a_2 , a_3 , θ_s , mientras que las variables son θ_2 , θ_3 , y s . Más aun, si el eslabón motriz es el eslabón 2, el ángulo θ_2 aun cuando es una variable, es un dato conocido y necesario para realizar el análisis de posición, de modo que las dos ecuaciones (3) cuya solución constituye el análisis de posición están dadas por:

$$\begin{aligned} f_1(\theta_2, s) &= a_2 C\theta_2 + a_3 C\theta_3 - s = 0 \\ f_2(\theta_2, s) &= a_2 S\theta_2 + a_3 S\theta_3 + e = 0 \end{aligned} \quad (4)$$

El sistema obtenido de dos ecuaciones con dos incógnitas se resuelve para el caso particular de $e=0$, de acuerdo a las restricciones del modelo.

4. Diseño de la interfaz.

Como se mencionó anteriormente, se espera que los principales usuarios de la herramienta de simulación del mecanismo sean estudiantes a nivel secundaria, los cuales utilizarán la interfaz para aprender las diferencias que presenta el movimiento del mecanismo, en función de los cambios que puede presentar la geometría del mismo. La Figura 4 muestra la información principal de la interfaz.



Figura 4. Menú de la interfaz de usuario.

En la sección Word, se muestra un archivo tipo pdf que describe las ecuaciones cinemáticas del manipulador, incluyendo un análisis de masas. De ésta forma los estudiantes pueden analizar con detenimiento las ecuaciones de movimiento.

En la sección Diapositiva se muestra en idioma inglés una presentación en Power Point de Microsoft® sobre el trabajo realizado por el grupo de desarrolladores, ya que dicho proyecto formó parte integral del proceso enseñanza-aprendizaje en una asignatura a nivel licenciatura.

En la sección de Manual se muestra un documento en formato pdf como Manual de usuario. En ésta sección el usuario encuentra las instrucciones que le permitirán utilizar de forma correcta el simulador. De ésta forma, la comprensión de las ecuaciones y los cambios de sus parámetros facilitarán que los usuarios perciban la consistencia del movimiento al modificar algunos de los parámetros.

En la sección Simulación, se muestra la interfaz que describe gráficamente el movimiento del mecanismo. El usuario, previamente de haber leído el manual estará en posibilidad de cambiar los parámetros asociados con la geometría del mecanismo, así como la forma de realizar el análisis del movimiento. De acuerdo al diseño de interfaz, el usuario puede seleccionar dos formas diferentes de analizar el movimiento: a) paso a paso, b) por ciclos de 360° del giro de la manivela.

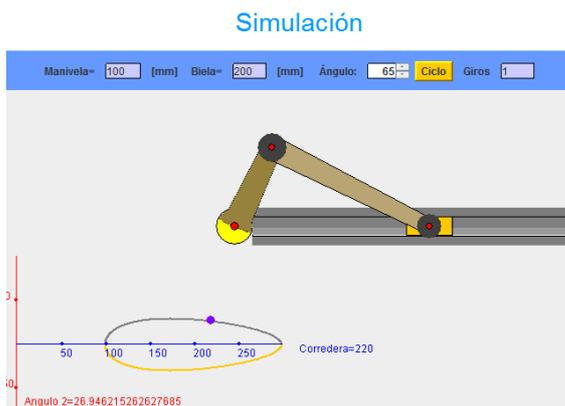


Figura 5. Interfaz de usuario.

En la sección Desarrolladores, se muestran los créditos a las personas que realizaron la herramienta.

5. Resultados.

Como parte del proceso de desarrollo de software que aprenden los estudiantes, se efectuaron una serie de depuraciones y pruebas a fin de asegurar que el programa no mostrara inconsistencias al momento de ser ejecutado.

La Figura 6 muestra de forma esquemática el proceso de ingeniería de software aplicado en éste trabajo.

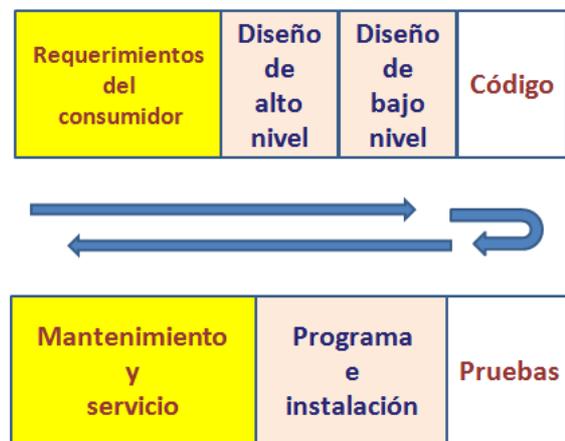


Fig. 6 Proceso de ingeniería de software.

Los requerimientos de la herramienta desarrollada fueron establecidos tomando como base una búsqueda extensa en la red informática mundial con relación a la forma de enseñanza de mecanismos, y su simulación. Así como elementos pedagógicos y conocimientos vinculados con los temas de física que un estudiante de secundaria debe aprender.

Como elementos previos a la programación de bajo nivel, se analizaron propuestas y diagramas esquemáticos de diseño, a fin de asegurar una adecuada implementación del programa. Se seleccionó java debido a su amplia popularidad, su portabilidad y la posibilidad de contar con una aplicación multitarea y multiusuario.

La codificación y las pruebas de funcionamiento fue realizada sin perder el enfoque de enseñanza – aprendizaje, de tal forma se conocieron y dominaron aspectos sobre la graficación en 2D que facilitan al usuario visualizar los cambios del mecanismo, y las trayectorias de los eslabones.

La programación de la herramienta fue realizada bajo un cuidadoso proceso de pruebas a fin de asegurar su correcto funcionamiento. Una vez que se aprobaron las pruebas de funcionalidad se editó un sitio en internet. Actualmente, la herramienta que simula el mecanismo biela-manivela-corredera está disponible de forma gratuita en el siguiente sitio en internet:

<http://informatica.uaq.mx/academia/emilio/prog3/proy2012-1/index.html>

6. Conclusiones.

En este trabajo se ha descrito el desarrollo de una herramienta computacional disponible en internet que muestra el movimiento de un mecanismo biela – manivela – corredera bajo diferentes condiciones. El modelo cinemático de posición presentado, facilita la enseñanza y el aprendizaje de conceptos asociados a la cinemática de cuerpos rígidos que se enseña a nivel secundaria en los cursos de física.

El análisis del movimiento del mecanismo por observación facilita que el usuario perciba los cambios que induce en cada simulación. Dicho análisis es exclusivo para la posición. Es por ello que como trabajo a futuro se incluirá el modelo de velocidad, aceleración y fuerzas.

Referencias

- [1] Vargas E. Gorrostieta E., Pedraza C. y Sotomayor A., “Simulación en Java de un Manipulador Hidráulico”, Memorias del XII Congreso Mexicano de Robótica, Universidad Autónoma de Sinaloa – Universidad de Occidente – Universidad Politécnica de Sinaloa – Asociación Mexicana de Robótica A.C. Mazatlán, Sinaloa, pp. 212-217, Noviembre 3 al 6, 2010.
- [2]http://www.sanchezmecanica.mex.tl/844518_UNIDAD-1.html, © 2012 MECANISMOS, consulta realizada el 05/06/2012.
- [2]<http://www.dicis.ugto.mx/profesores/chema/documentos/Din%C3%A1mica%20de%20Maquinaria/AnalisisDinamicoMecanismoManivelaBielaCorredera.pdf>, José María Rico Martínez, Departamento de Ingeniería Mecánica, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato, consulta realizada el 12/03/2012.
- [3]http://www.uclm.es/profesorado/porrasyosoriano/motores/temas/cinematica_y_dinamica.pdf, consulta realizada el 20/04/2012.