

Análisis cinemático y dinámico de banco de pruebas para vehículos no motorizados

Ing. Yosué Adrián Vázquez Zárate¹, Dr. Sergio Javier Torres Méndez²,
Dr. José Rafael Mendoza Vázquez³, M.C. Vicente Ramírez Palacios⁴ y Dra. Irma Delia Rojas Cuevas⁵

Resumen—En la ciudad de Puebla se han construido ciclovías elevadas con el fin de incentivar el uso de la bicicleta como medio de transporte diario anexado rampas para ascenso y descenso. Sin embargo, el uso de rampas ha afectado la comodidad de los ciclistas sin que exista un estudio de los efectos reales en los usuarios. Así, se ha propuesto la construcción de un banco de pruebas de laboratorio que permita la medición del confort que brindan estas ciclovías. Este artículo aborda el análisis cinemático y dinámico de la propuesta de diseño de la plataforma de pruebas. Se han obtenido las ecuaciones de posición, velocidad y aceleración que rigen al dispositivo por medio de las matrices de rotación y de la matriz Jacobiana. La modelación dinámica se ha basado en la formulación Euler-Lagrange. Por último, se realizó un modelo virtual en Matlab-Simulink con el fin de validar las ecuaciones obtenidas.

Palabras clave—cinemática, dinámica, Jacobiano, Euler-Lagrange, banco de pruebas, bicicletas.

Introducción

Como parte de los antecedentes, Y. Champoux (2007) hace las definiciones de confort estático y dinámico, posteriormente J. Le' pine (2012) obtiene datos de aceleración vertical en la rueda trasera de una bicicleta que fue adaptada para ser remolcada por un vehículo y construye un simulador con actuador vertical para hacer vibrar la rueda trasera de la bicicleta. Miguel Ángel Pérez Ortiz (2016) construye una bancada con un rodillo con protuberancias para simular la vibración de la rueda trasera de una bicicleta.

Para la implementación del banco de pruebas es necesario hacer los análisis de posición, velocidad y aceleración, así como el comportamiento de las fuerzas en el sistema mecánico y más aún validar las ecuaciones. El análisis de posición se realizó a través de las matrices de rotación con las cuales se obtienen las ecuaciones de posición del sistema y a partir de estas la matriz Jacobiana, la cual es utilizada para la obtención de ecuaciones de velocidad y aceleración. El modelo dinámico tiene el fin de conocer la relación entre el movimiento y las fuerzas que lo originan y para ello se utilizó la formulación Euler-Lagrange. Los trabajos mencionados hacen referencia a condiciones particulares de carretera, lo cual motiva nuestra propuesta para el caso particular de la ciudad de Puebla.

Descripción del Método

Ecuaciones cinemáticas

La parte izquierda de la Figura 2Figura 1 representa la estructura del banco de pruebas y la parte de la derecha explica en forma general el funcionamiento, $\theta_1(t)$ y $\theta_R(t)$ son la inclinación de la ciclovía y la velocidad de la de la rueda de la bicicleta respectivamente. El generador de trayectorias y la etapa de control sirven para el funcionamiento del banco. Los sensores S_1 y S_2 colocados estratégicamente permitirán medir las vibraciones de la bicicleta para determinar el confort de la misma.

Utilizando el esquema de la Figura 1 se analizarán los grados de libertad del sistema y se obtendrán las ecuaciones de posición. Las longitudes L_1 y L_2 son parte de la estructura del sistema, L_3 es una articulación prismática que a su vez afecta y emula la inclinación de las rampas de las ciclovías y R_1 es un rodillo que le dará movimiento a una de las ruedas de la bicicleta. Debe notarse que L_1 y L_2 son constantes, L_3 y θ_2 son variables independientes y θ_1 , θ_3 , θ_4 son variables dependientes o parásitas, y θ_R la velocidad de giro de la rueda de la bicicleta.

¹ El Ing. Yosué Adrián Vázquez Zárate es estudiante de M.I. Electrónica del Tecnológico Nacional de México-ITPuebla (**autor correspondiente**) yosue.vazquez@hotmail.com

² El Dr. Sergio Javier Torres Méndez es profesor del Tecnológico Nacional de México-ITPuebla serm7007@gmail.com

³ El Dr. José Rafael Mendoza Vázquez es profesor del Tecnológico Nacional de México-ITPuebla rmendozainaoe@hotmail.com

⁴ El M.C. Vicente Ramírez Palacios es #profesor del Tecnológico Nacional de México-ITPuebla vramirez07@hotmail.com

⁵ La Dra. Irma Delia Rojas Cuevas es profesora del Tecnológico Nacional de México-ITPuebla rojascid@yahoo.com