

DESARROLLO DEL SISTEMA DE CONTROL EN UN ROBOT PARALELO CON ELEMENTOS FLEXIBLES

Lic. Renata Cebada-Posadas¹, Dr. Sergio J. Torres-Méndez², Dr. José R. Mendoza-Vázquez³, M.C. Vicente Ramírez-Palacios⁴ e Ing. Daniel Cadena-Rodríguez⁵

Resumen—En este trabajo se presenta el diseño e implementación de un sistema de control aplicado a un robot con elementos flexibles de tres grados de libertad. El robot bajo estudio consiste en una plataforma móvil suspendida y activada por cuatro elementos flexibles o cordones que son recolectados y liberados por medio de cuatro carretes. Cada carrete es activado por un actuador eléctrico con un *encoder* absoluto acoplado a su eje. El sistema de control propuesto tiene por objetivo mover la plataforma suspendida a una posición deseada por medio de la actuación adecuada de los cuatro motores manteniendo la tensión en los cuatro cordones. Resultados experimentales en un prototipo muestran la factibilidad del uso de un sistema de control con una ley de control Proporcional Derivativa con compensación de gravedad.

Palabras clave—Robots, sistema de control, regulador, elementos flexibles.

Introducción

En los últimos años, los robots que utilizan elementos flexibles se han convertido en una alternativa viable real en el competitivo mercado de la robótica industrial. Entre las ventajas que presentan este tipo de robots, en comparación con los tradicionales robots que utilizan elementos rígidos, son su capacidad de transportar cargas a lo largo de grandes espacios de trabajo a altas velocidades y a un bajo costo¹. La extensión del espacio de trabajo se ha logrado con solo ajustar la longitud de los elementos flexibles tales como cordones, correas, cables de acero, tendones, entre otros; y la capacidad de alcanzar altas velocidades se ha obtenido al eliminar muchos de los componentes mecánicos utilizados en los sistemas de transmisión, reduciendo el peso a transportar y aprovechando al máximo la capacidad del sistema de actuación².

En la literatura es común encontrar que los robots con elementos flexibles sean relacionados con sus parientes más cercanos, los robots paralelos. La relación entre estos dos tipos de robots se debe a que muchas de las configuraciones que se han presentado en la literatura se han obtenido sustituyendo los elementos rígidos por elementos flexibles y agregando los elementos flexibles necesarios para mantener controlable el efector final para compensar la inhabilidad de generar fuerzas de compresión³. Esta última característica hace que los robots con elementos flexibles requieran un análisis adicional a la que comúnmente es aplicado a los robots paralelos, llamado tensionabilidad. El análisis de singularidad permite determinar todas las posiciones y orientaciones que el efector final puede alcanzar con todos sus elementos flexibles bajo tensión, y en consecuencia tener siempre bajo control el efector final⁴. Así, los sistemas de control propuestos en estos sistemas robóticos deben tener en cuenta el análisis de tensionabilidad, lo cual demanda un cálculo computacional adicional al problema de aplicar el voltaje adecuado a cada actuador eléctrico para hacer girar el sistema carrete, que a su vez hace cambiar la longitud de los elementos flexibles con el fin de mover a una posición y orientación deseada el efector final. Aunque en la literatura existen varios estudios realizados con respecto al desarrollo de sistemas de control en robot con elementos flexibles^{5,6,7}, la gran mayoría se ha realizado con actuadores de arquitectura cerrada y de costo elevado.

¹ La Lic. Renata Cebada Posadas es alumna de la Maestría en Ingeniería Electrónica del Instituto Tecnológico de Puebla perteneciente al Tecnológico Nacional de México, Puebla, Puebla. renata12363@hotmail.com (**autor correspondiente**)

² El Dr. Sergio Javier Torres Méndez es Profesor del Departamento de Metal-Mecánica del Instituto Tecnológico de Puebla perteneciente al Tecnológico Nacional de México, Puebla, Puebla. serm7007@yahoo.com.mx

³ El Dr. José Rafael Mendoza Vázquez es Profesor del Departamento de Electrónica del Instituto Tecnológico de Puebla perteneciente al Tecnológico Nacional de México, Puebla, Puebla. rmendezainaoe@hotmail.com

⁴ El M.C. Vicente Ramírez Palacios es Profesor del Departamento de Electrónica del Instituto Tecnológico de Puebla perteneciente al Tecnológico Nacional de México, Puebla, Puebla. vramirez07@hotmail.com

⁵ El Ing. Daniel Cadena-Rodríguez es alumno de la Maestría en Ingeniería Electrónica del Instituto Tecnológico de Puebla perteneciente al Tecnológico Nacional de México, Puebla, Puebla. dancad455@gmail.com