





















cuanto al sistema de arranque al mover el joystick, controlar el par aplicado a cada motor para evitar movimientos bruscos al maniobrar con él.

En la Fig. 16 se presenta la tarjeta de control diseñada e instrumentada para el sistema mecatrónico.



Figura 15: Prototipo final de la silla de ruedas motorizada



Figura 16: Tarjeta de adquisición de datos y de control, instrumentada para la silla de ruedas motorizada.

## Conclusión

Una gran sección de la robótica e inteligencia artificial está en colaboración con el desarrollo de SRM, ofreciendo un amplio rango de aplicaciones para las personas con discapacidad. El sistema mecatrónico desarrollado presenta la ventaja de ser de bajo costo por los materiales utilizados, así como cuenta con la versatilidad de ser controlado mediante diversos dispositivos, ya sean manuales o inalámbricos.

La distribución de la estructura mecánica y de su masa, se diseñó con el fin de tener un centro de masa lo más abajo posible, lo que permite una maniobrabilidad mayor en escenarios externos donde se presentan desniveles, así como un mejor control y estabilidad.

La implementación de un dispositivo lector de señales EMG y de movimientos inerciales realizados por el brazo de una persona, permite ampliar el panorama de control de dispositivos enfocados a personas con discapacidad, aunado a esto, el control inalámbrico de múltiples dispositivos que pueden tener aplicaciones de control de alto impacto.

Los cambios de posición del brazo detectados por el giroscopio y acelerómetro internos del brazalet de señales

EMG permitieron caracterizar movimientos específicos para el control del mecanismo.

Se simuló el modelo dinámico en lazo cerrado con un controlador PD en MATLAB para analizar el comportamiento del robot móvil y conocer las trayectorias de éste al variar los pares aplicados a los motores.

El trabajo a futuro está destinado a controlar el sistema mecatrónico con una diadema de lecturas electroencefalográficas (EEG), para el desarrollo de interfaces cerebro-computadora (BCI).

## REFERENCIAS

- [1] INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010, *Cuestionario ampliado. Estados Unidos Mexicanos/Población con discapacidad/Población con limitación en la actividad y su distribución porcentual según causa para cada tamaño de localidad y tipo de limitación.*
- [2] J. C. Miangolarra Page. *Sillas de ruedas motorizadas o de tracción electromecánica.* ELSEVIER, Movilidad, locomoción y transporte | Rehabilitación, (Septiembre 1999).
- [3] Grupo SKF, *Cadenas de transmisión SKF*, Publicación 6772 ES – Julio 2008 (pp. 7-10).
- [4] *Transmisión por cadenas, Cálculo y diseño*, tutorial No. 127, Ingemecánica, Ingeniería, Consultoría y Formación.
- [5] F. R. Cortés, *MATLAB aplicado a robótica y mecatrónica* (1ra ed.), (pp. 148-155). Alfaomega, México, (enero 2012).
- [6] J. Barraquand, J.C. Latombe, *On Nonholonomic Mobile Robots and Optimal Maneuvering*, Computer Science Department, Stanford University, CA 94305, USA, (1989).
- [7] Y. Yamamoto, X. Yun, *Coordinating Locomotion and Manipulation of a Mobile Manipulator*, University of Pennsylvania Department of Computer and Information Science Technical Report No. MS-CIS-92-18 (March 1992).
- [8] C. Canudas de Wit, B. Siciliano, *Theory of Robot Control*, (pp. 268-276). Springer-Verlag London Limited, (1996).
- [9] R. Fierro, F. L. Lewis, *Control of an Nonholonomic Mobile Robot: Backstepping Kinematics into Dynamics.* Automation and Robotics Research Institute The University of Texas at Arlington, (September 1996).
- [10] R. Silva-Ortigoza, *Modelado, simulación y construcción de un robot móvil de ruedas tipo diferencial.* CIDETE-IPN, Departamento de Posgrado, Área de Mecatrónica, Unidad Profesional Adolfo López Mateos, México (Septiembre 2010).
- [11] F. Dusek, D. Honc, P. Rozsival, *Mathematical model of differentially steered mobile robot.* International Conference on Process Control, Tatranská Lomnica, Slovakia, (June 2011).
- [12] R. Dhauadi, A. Hatab, *Dynamic Modelling of Differential-Drive Mobile Robots using Lagrange and Newton-Euler Methodologies: A Unified Framework.* Adv Robot, Sharjah, UAE, (2013).
- [13] T. Soldoverieri C., *Introducción a la Mecánica de Lagrange y Hamilton*, (pp. 349-353). La universidad del Zulia, (2013).