

## RESUMEN

Las personas con discapacidad gozan de todos los derechos con las que cuentan las demás, pero a su vez pueden no estar específicamente preparadas para la ejecución de ciertas tareas según sea el impedimento que posean. Sabiendo que en muchas ocasiones es casi imposible recuperar la capacidad perdida han surgido desde la antigüedad un gran número de equipamientos que permiten emular las capacidades perdidas. Estos dispositivos han sido refinados con el paso del tiempo para convertirse en máquinas más eficientes, pero con ello se ha dividido este recurso entre las personas que pueden y no pueden costearlos. Los equipamientos para personas discapacitadas, normalmente poseen precios muy elevados, lo que conlleva a que estos recursos sean accesibles a una cantidad limitada de personas afectadas. El presente proyecto tuvo por objeto reunir materiales reciclados para la elaboración de sillas de rueda agregando tecnologías de control automatizado que puedan brindar un soporte extendido a las personas que tengan algún impedimento motriz. Con ello, a través de este proceso se pudo determinar la factibilidad de la implementación de los sistemas citados.

**Palabras claves:** silla de rueda, accesibilidad, tecnología, diseño, control automatizado

## ABSTRACT

Persons with disabilities have the same rights like everyone else, but, at the same time, they may not be specifically prepared for the implementation of certain tasks due to their impediment. Knowing that many times is almost impossible to recover the lost capacity, since antiquity a large number of equipment which can emulate lost abilities have emerged. These devices have been refined over time to become more efficient machines, but this advantage has divided this resource among people who can and cannot afford them. The equipment for the disabled, typically have very high prices, which involves that these resources are accessible to a limited number of people. This project had a goal to collect recycled materials to build wheelchairs that, adding automated control technologies, is able to provide extended support to people who have some motor impairment. Through this process, we were able to determine the feasibility of implementing such systems.

**Keywords:** Wheelchair, accessibility, technology, design, automated control.

---

<sup>1</sup>Profesor Investigador de la UNI  
e-mail: javier\_kartsch@hotmail.com

## Materiales y Métodos

Por su finalidad la investigación fue aplicada, puesto que se sustenta en investigaciones básicas que provienen del desarrollo de la silla de rueda, y su rendimiento al utilizar materiales existentes considerando el desempeño del diseño frente a otros dispositivos construidos específicamente para dicha tarea. El estudio se llevó a cabo por medio de un enfoque cuantitativo por el hecho de ser comprobable y comparable, con respecto al rendimiento de los sistemas y su aplicabilidad.

### • Instrumento de recolección de datos y técnicas utilizadas.

Se estudiaron los aspectos relacionados con el comportamiento físico de los componentes. Considerando los requerimientos para su construcción (según la bibliografía, que resulta ser el instrumento primario de recolección de datos) se seleccionaron materiales presentes en la zona. Ensayos de resistencia y eficiencia se practicaron en las estructuras construidas para evaluar la factibilidad de su implementación o bien las adaptaciones para llegar a los resultados deseados. Los ensayos sobre las estructuras fueron los siguientes:

### Ensayos de Resistencia y eficiencia aplicados a las estructuras metálicas:

**-Estáticos:** Se agregaron pesos a las estructuras metálicas por un periodo de 30 minutos en una posición estática.

**-Dinámicos:** Aplicación de pesos a las estructuras metálicas por un periodo de 1-2 minutos (según el ensayo en particular) con movimiento de las estructuras en distancias de 1-5 mts.

### Ensayos de eficiencia y desempeño de los sistemas Electrónicos:

Se utilizaron simulaciones por computadora para determinar el comportamiento de los sistemas. Se determinó la eficiencia y desempeño por un método comparativo.

### Selección de Sistemas Electrónicos de soporte:

Considerando la bibliografía existente de los dispositivos presentes en el mercado se diseñaron sistemas que inicialmente, alcanzaran los estándares regulares. En segunda instancia, se agregaron nuevos sistemas electrónicos teniendo en cuenta la

importancia de la localización del dispositivo y la adquisición de la información para el usuario y las personas de su entorno.

### Hardware-Software de Control:

Se diseñaron sistemas utilizando simulaciones por computadora y circuitos de prueba. Se estudiaron los protocolos de transmisión de información requeridos para este sistema con el cual podrán transmitirse los datos adquiridos por los sistemas. Se diseñó un conjunto de circuitos para cubrir las necesidades mínimas para el funcionamiento de los sistemas en correlación estrecha con los objetivos propuestos inicialmente.

### Descripción del Proceso de Construcción del Prototipo.

En análisis de la factibilidad ha partido del proceso de construcción del prototipo. Este se dividió en las siguientes áreas:

#### • Construcción del soporte estructural (Figura 1):

- Corte de los materiales
- Doblado
- Soldadura
- Prueba de Resistencia.

#### • Colocación de las Ruedas:

- Instalación de Soportes.

#### • Instalación de Sistemas de Transmisión y motor:

- Instalación de Soporte para motores.
- Colocación de Engranajes y cadenas.

#### • Diseño de sistemas de control de potencia (Figura 2):

- Simulación y diseño electrónico.
- Elaboración de Pistas.
- Soldado y Terminación de placa.
- Programación de Microcontroladores y Calibración.

#### • Accesorios Electrónicos e informáticos(Figura 3):

- Programación de Microcontroladores
- Simulación y diseño electrónico.
- Elaboración de Pistas.

- Soldado y Terminación de placa.
- El software LDMG.

Para evaluar la mayoría de los procesos mencionados se aplicó un método comparativo con resultados de valores discretos (Aprobado/ No aprobado), los restantes fueron cuantificados. Este proceso permitió además, delimitar los diseños más útiles para el proyecto.

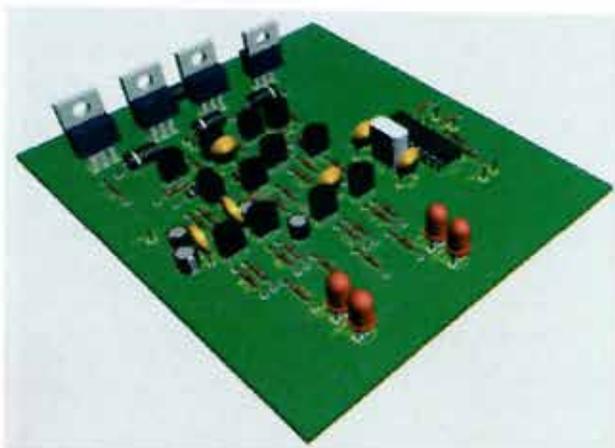
Como resultado, se obtuvieron los datos necesarios para determinar la factibilidad por medio del análisis de desempeño, resistencia, desplazamiento, capacidad de los circuitos de potencia y funcionamiento de los sistemas secundarios.

**Figura 1.** Instalación de Ruedas.



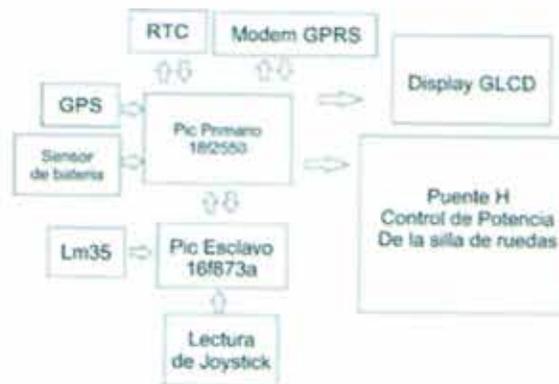
Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 2.** Diseño de Circuitos Impresos



Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 3.** Organización de los sistemas de Control, Potencia y Posicionamiento.



Fuente: Elaboración Propia.

### El software LDMG.

Este software fue desarrollado como complemento de este proyecto. El mismo permite enviar solicitudes de posicionamiento, en este caso de la silla, para ubicarlos en un mapa. Ha sido diseñado para poder utilizarlo en otros dispositivos de Rastreo que puedan recibir y enviar mensajes de texto, y posean un medio para obtener su posicionamiento (GPS), con lo que podría ser útil para futuros proyectos compatibles debido a que los códigos utilizados permiten su fácil implementación.

El software, a través de un modem conectado a la PC, envía por medio de Comandos AT un mensaje que contiene una clave (que debiera ser esperada por el receptor para su autenticación). El receptor reconoce el mensaje y reúne los datos de posicionamiento para devolverlos al servidor (software). Una vez devueltos los datos, el Software se encarga de la interpretación de los códigos. Los datos resultantes generan un dato de posicionamiento. El software abre un mapa (Google MAPS, Google inc.) en donde se ubica al dispositivo rastreado.

**Figura 4.** Programa LDMG.



Fuente: Elaboración Propia.

## Conclusión

Es posible elaborar sillas de ruedas con materiales reciclados, teniendo como principal ventaja un costo menor en relación a lo existente en el mercado, y considerando que los factores para su construcción e implementación se han estudiado en el proceso. Sin embargo, será necesario extender esta investigación para refinar los detalles que permitan una larga vida del producto en las condiciones presentes localmente, especialmente a aquellos aspectos que hacen al desgaste de las piezas, estrés de los componentes, tolerancia hacia el ruido eléctrico, desempeño de los motores, relación de potencia aplicada y velocidad. Es importante mencionar que todo proceso de desarrollo tiene por objeto alcanzar un resultado determinado, es decir, producir un dispositivo que por medio de pruebas elimine sus defectos para que pueda ser ampliamente utilizable bajo todas las condiciones requeridas pero esto requiere más tiempo para generar resultados ampliamente aceptables.

## Bibliografía

- Areny, R. (2004). Sensores Y Acondicionadores de Señal. Marcombo.
- Boylestad, R., Nashelsky, L. & Barraza, C. (2003). Electrónica: Teoría de circuitos y dispositivos electrónicos. Prentice-Hall.
- Carletti, E. J. (2007). Sensores - Conceptos generales. Obtenido de Descripción y funcionamiento: [http://robots-argentina.com.ar/Sensores\\_general.htm#microf](http://robots-argentina.com.ar/Sensores_general.htm#microf)
- Corrales, S. (2006). Electrónica Práctica con Microcontroladores PIC. Ecuador: Imprenta Gráfica.
- Devantech Ltd. Srf-05 Ultrasonic Sensor. <http://www.robot-electronics.co.uk/html/srf05tech.htm>.
- España, M. C. (2003). Servicios Avanzados de Telecomunicación.
- Giancoli, D. C. (2007). Física: Principios con aplicaciones. Pearson Educación.
- Hart, D. W. (2001). Introducción a la Electrónica de Potencia. Pearson Educational.

- Hewitt, P. (2004). Física conceptual. Pearson Educación.
- <http://www.robot-electronics.co.uk/html/srf05tech.htm>. (s.f).
- Kalpakjian, S. y. (2002). Manufactura, Ingeniería y Tecnología. Pearson Educational.
- Kuo, B. S. (1996). Sistemas de Control Automático. Prentice Hall.
- Laporta, J. & Aguiñiga, M. (2005). Fundamentos de telemática. Universidad Politécnica de Valencia.
- Microchip®. (2009). PIC 18F2550. Obtenido de <http://www.microchip.com/downloads/en/devicedoc/c39632e.pdf>
- Ogata, K. I. (2003). Ingeniería de Control Moderna. Pearson Educación.
- Reyes, C. A. (2008). Microcontroladores PIC Programación en Basic. ECUADOR: RISPERGRAF.
- Stallings, W. (2008). Comunicación y Redes de Computadora. Pearson Educational.
- Tocci, R. J. (2003). Sistemas Digitales. Pearson Educational.
- Tomasi, W. (2001). Sistema de Comunicación Electrónica. Pearson Educational.
- Valdes, F. E., & Areny, R. P. (2007). Microcontroladores: Fundamentos y Aplicaciones con Pic.
- Vicente Arneu Lombart, J. M. (1996). Arquitectura y Programación de Microcontroladores.
- P. Axelson, J. Minkel, D. Chesney. (1994) A Guide to Wheelchair Selection, Paralyzed Veterans of America.
- Klaus Betke, (May 2000. Rev2001). The NMEA 0183 Protocol.
- NMEA Protocol. Obtenido de: <http://www.gpsinformation.org/dale/nmea.htm>
- Programación de Microcontroladores. MikroElectronica. Obtenido de: <http://www.mikroe.com/chapters/view/80/capitulo->

## 2-programacion-de-los-microcontroladores/

- E. Huerta, A. Mangiaterra, G. Noruega. (2005). GPS: Posicionamiento satelital.
- DS1307 RTC, Maxim Integrated. Obtenido de: <http://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS1307.pdf>
- LM35, Texas Instruments. Obtenido de: <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm35.pdf>
- U-Blox 6 Receiver Description, U-blox. Obtenido de: [http://www.u-blox.com/images/downloads/Product\\_Docs/u-blox6\\_ReceiverDescriptionProtocolSpec\\_\(GPS.G6-SW-10018\).pdf](http://www.u-blox.com/images/downloads/Product_Docs/u-blox6_ReceiverDescriptionProtocolSpec_(GPS.G6-SW-10018).pdf)
- Barrón Zambrano J, Cerda G. (2006) Manual del Microcontrolador PIC16f873. Universidad de Guanajuato. Obtenido de: <http://www.fimee.ugto.mx/profesores/gcerda/documentos/manual.pdf>
- IRFZ44 Mosfet Datasheet, International Rectifier. Hoja de datos. Obtenido de: <http://www.irf.com/product-info/datasheets/data/irfz44n.pdf>
- Benchimol D. (2011) Microcontroladores. Manuales Users.
- Rossano, V. (2013). Proteus VSM. Manuales Users.
- United Nations (2009). Manual sobre la infraestructura geoespacial en apoyo de las actividades censales.