

GRÚA DE TECHO PARA REHABILITACIÓN

G. Pantoja-Guzmán, J.A. Che-Martínez, D. Arrocena-Madariaga, D. Ceballos-Morales, D. Saade-Romano
Departamento de Ingeniería Mecatrónica, Instituto Tecnológico de Monterrey, Campus Santa Fe, Av. Carlos Lazo
No. 100, Álvaro Obregón, C.P. 01389, CDMX, MÉXICO.
a01782597@tec.mx, a01026918@tec.mx, a01026170@tec.mx, a01782549@tec.mx, a01782457@tec.mx

Resumen

El presente proyecto involucra la construcción de un prototipo de grúa de techo con el propósito de ser un apoyo para llevar a cabo las hidroterapias que requieren las personas con parálisis cerebral junto al socio formador APAC. Las etapas para llegar al prototipo fueron la ideación del prototipo mediante bocetos, el diseño CAD en Solidworks y la selección de materiales, el diseño electrónico junto a la selección de sensores y actuadores, la manufactura y ensamble del prototipo y, por último, la implementación de los sistemas de control lógicos y automáticos en conjunto a una interfaz HMI. Finalmente, se lograron incorporar todos los componentes de un sistema mecatrónico en la construcción de la grúa de techo.

Introducción.

APAC, I.A.P. Asociación Pro Personas con Parálisis Cerebral, es una institución privada que se dedica al cuidado y apoyo especializado a individuos con parálisis cerebral, y condiciones de discapacidad similares [1]. Dentro de los tratamientos principales para la parálisis, la fisioterapeuta experta, Cristina Almaraza [2] sugiere que “la hidroterapia o terapia acuática es una de las ramas de tratamiento de fisioterapia en la que se utilizan las propiedades que nos ofrece el agua para trabajar a muchos niveles en el usuario.” El objetivo de estas hidroterapias suele ser el control del tono muscular de los pacientes.

Con el fin de facilitar la parte más laboriosa del tratamiento, existen diferentes tipos de grúas para transportar al usuario, particularmente de piso y de techo. Las grúas de techo se enfocan en transportar a personas con mayor dificultad de movimiento para la mejoría de su calidad de vida [3]. Así mismo, a diferencia de las grúas de piso, estas tienen la capacidad de descender hasta el piso, además de poder girar 360°. Por estas mismas características resulta la opción más adecuada para el traslado de los pacientes en las hidroterapias.

El objetivo principal de este proyecto es desarrollar un sistema mecatrónico de una grúa de techo, la cual permita la asistencia y traslado de personas con parálisis cerebral, de tal manera que se acomode a personas con diferentes tallas y pesos. Así mismo, se busca implementar dicha solución mediante la automatización del proceso a través de tecnologías mecánicas, electrónicas, de software y de control automático; de manera socialmente responsable.

Metodología

Se comenzó por plantear el diseño mecánico del prototipo a través de un modelo CAD. Tras un análisis estructural inicial, los componentes mecánicos que se utilizaron fueron: 2 metros de perfil de ángulo de acero al carbono calibre $\frac{1}{4}$ de pulgada, 6 ruedas de 2 pulgadas de diámetro, 1 rueda de hule de 3 pulgadas de diámetro y tornillería variada (tornillo hexagonal, tuerca y rondana). Se realizaron técnicas de corte y esmerilado a los perfiles, barrenado con atornillador eléctrico, torneado para diseño de flecha del motor y soldadura mediante electrodo revestido. Además, se pintó la carcasa del transportador de acero con pintura negra para evitar la corrosión.

Después, se planteó el diseño electrónico considerando los siguientes componentes:

- **actuadores:** un motor de 12 VDC para el movimiento en el eje horizontal con un torque de 80 kg•cm y un polipasto eléctrico de 127 VAC con capacidad de carga de 100kg en el eje vertical. Así también, su respectivo módulo para la etapa de potencia, es decir, un módulo puente H (BTS7960) y un módulo de relevadores de cuatro canales, respectivamente. Además, se usó una fuente conmutada de 127VAC de entrada a 12VDC con 45A de salida.
- **sensores:** dos sensores ultrasónicos para indicar el inicio y final de carrera y un sensor

encoder de velocidad. Para ambos sensores, se utilizaron carcasas para adherirlos al sistema a través de varias piezas impresas en 3D.

Finalmente, se desarrollaron tres algoritmos de control los cuales fueron programados mediante el microcontrolador de Arduino Mega 2560. Se programaron dos sistemas de control lógicos para la secuencia de activación y desactivación de los 2 motores y un sistema de control automático de tipo PI para el control de velocidad del motor en el eje horizontal. Así mismo, se construyó una interfaz de usuario de tipo botonera con cuatro *push buttons*, tres LEDs, un potenciómetro y un switch. Dicha botonera fue ensamblada a partir de varias piezas de MDF cortadas en la cortadora láser.

Resultados

Tras la construcción del prototipo, se logró observar que el dispositivo logró cargar una masa de 15kg sin ninguna dificultad, tanto en el eje horizontal como en el eje vertical. Así mismo, se comprobó el correcto funcionamiento de los sensores ultrasónicos y el encoder, así como del sistema de alimentación y los circuitos de potencia de ambos motores.

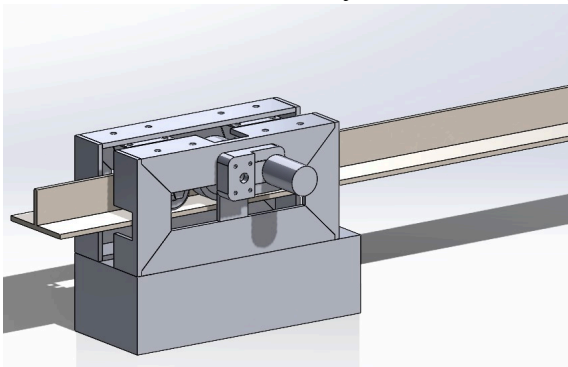


Fig. 1. Ensamble CAD de la grúa.



Fig. 2. Grúa de techo en funcionamiento.

Conclusiones

A partir de lo mencionado, se cumplió el objetivo de construir un prototipo de grúa de techo a partir de la implementación de un sistema mecatrónico que incorpora el diseño mecánico, para ser colocado en una viga tipo I; el electrónico, utilizando dos motores, uno de corriente alterna y otro en directa, con capacidad para cargar hasta 40kg de peso; y de control, tanto para el control automático de velocidad como de las acciones manuales a través de una HMI.

Por último, este proyecto fue realizado en colaboración con el socio formado de APAC. El impacto social esperado con la entrega de este prototipo es ofrecer a la organización una posible solución a considerar para la implementación de una grúa de techo dentro de sus instalaciones en el futuro, con la cual se pueda facilitar la realización de las hidroterapias para las personas con parálisis cerebral. Así mismo, el prototipo contempló el ODS 9: "Industria, innovación e infraestructura" al consolidar el impacto social, la viabilidad económica del prototipo, garantizando que no constituye una carga adicional a la economía de los usuarios, y la protección medioambiental al promover el uso de material reutilizable.

Referencias

1. APAC. "Página de Inicio - APAC, I.A.P. Asociación Pro Personas Con Parálisis Cerebral". <https://apac.mx/> (Accedido en agosto del 2023).
2. J. Palacios. "La hidroterapia en personas con parálisis cerebral, por Cristina Almarza - Aspace Jaén". Aspace Jaén. <https://aspacejaen.org/la-hidroterapia-personas-paralisis-cerebral-cristina-almarza/> (Accedido en agosto del 2023).
3. Hermanas Hospitalarias. "Video. Grúa de techo para la gran discapacidad | Red Menni". <https://xn-daocerebral-2db.es/publicacion/video-grua-de-techo-para-la-gran-discapacidad/> (Accedido en agosto del 2023).