

# Diseño y construcción de una grúa para la transferencia de personas con discapacidad motriz

*Stalin Pavón<sup>4</sup>*

<sup>1</sup> Carrera de Mecatronica, FICA, Universidad Técnica del Norte, Av. 17 de Julio, Ibarra, Ecuador  
lspavons@utn.edu.ec

**Resumen.** El asistente de una persona con deficiencia motriz tiene que mover al paciente de la cama o camilla a la silla de ruedas y viceversa; una forma de ayudar al enfermero en su trabajo y a su vez evitarle posibles lesiones ocasionadas por dicho traslado es un dispositivo especializado para el traslado de las personas con discapacidad motriz. Se determinó que el dispositivo óptimo para realizar este trabajo es una grúa de transferencia. Se definieron los requerimientos de la grúa de transferencia, las dimensiones, las cargas a soportar y con base en esta información se determinó el material, la geometría del dispositivo y el tipo de actuador.

Se realizó el diseño mecánico teórico y se comparó dichos resultados con los resultados obtenidos con un software de diseño, obteniendo resultados similares.

## Palabras Clave

Grúa Permiten el traslado del paciente de cama a silla de ruedas y viceversa, usuario es la persona con discapacidad motriz, operador es la persona encargada del traslado del usuario, discapacidad motriz.

**Abstract.** The assistant of a person with motor deficiency has to move the patient from the bed or stretcher to the wheelchair and vice versa; A way of helping the nurse in his work and, in turn, avoiding possible injuries caused by such a transfer is a specialized device for the transfer of people with motor disabilities. It was determined that the optimal device to perform this work is a transfer crane.

The requirements of the transfer crane, the dimensions, the loads to be supported were defined and based on this information the material, device geometry and type of actuator were determined.

The theoretical mechanical design was performed and the results were compared with the results obtained with a design software, obtaining similar results.

The actuator control was performed with an open-loop controller, was designed in the ISIS software and control boards in the PCB wizard software.

The construction of the transfer crane was carried out in accordance with the parameters defined above, incorporating the necessary safeguards for the reliable use of the machine.

The operating tests show that the crane solves the problem.

## 1. Introducción

La discapacidad motriz es una condición de vida que afecta el control y movimiento del cuerpo. Las personas con discapacidad motriz, especialmente parapléjica y cuadrapléjica tienen dificultad al momento de trasladarse de su cama o camilla a la silla de ruedas o viceversa, siempre deben contar con la ayuda de un tercero.

El enfermero o persona a cargo del usuario con discapacidad motriz tiene entre sus funciones las de trasladar al paciente pero muchas veces la falta de conocimiento y/o fuerza hacen que este proceso sea desgastante tanto para el paciente como para el enfermero, debido a que para su traslado el enfermero tiene que agacharse y cargar todo el peso de la persona y si no lo hace de una forma correcta, puede sufrir lesiones y/o enfermedades en la zona lumbar. Si a esto se le agrega que este proceso lo debe hacer por lo menos dos veces al día, el riesgo de sufrir algún tipo de lesión aumenta considerablemente. El proceso repetitivo de trasladar al paciente hará que el enfermero sufra lesiones, y por tal motivo ya no podrá seguir cumpliendo sus funciones normalmente y en el peor de los casos ya no podrá asistir al paciente debido a no poder hacer más esfuerzo físico para evitar este problema se diseñara y construirá una grúa para la transferencia de la persona con discapacidad motriz.

## 2. Materiales y Métodos

- Investigación

El primer paso es plantear y formular el problema que se va a tratar, en este caso es el riesgo de que el enfermero o cuidador de la persona con deficiencia motriz sufra algún tipo de condición o enfermedad por el traslado de la persona con discapacidad motriz desde la cama a silla de ruedas y viceversa.

Seguidamente se procede a recaudar información respecto al mismo, es la fase en la cual se procede a la revisión de libros, revistas, artículos científicos obtenidos en la biblioteca virtual de la universidad técnica del norte que permitan obtener ideas de cómo diseñar y construir la grúa para personas con discapacidad motriz.

Paralelamente se entrevistará a un especialista en medicina para conocer cómo puede afectar a la salud del enfermero o cuidador realizar la tarea de trasladar al paciente desde la cama a la silla de ruedas y viceversa todos los días.

Se visitarán centros hospitalarios para determinar las condiciones del lugar, espacios físicos y accesibilidad.

Se investigarán los pesos máximos que va a soportar la grúa según la población latinoamericana por medio de investigaciones realizadas sobre dicho tema.

- Diseño mecánico

Se plantea una serie de requerimientos ergonómicos y mecánicos que debe cumplir la solución del problema, se procede a investigar y determinar las dimensiones que va a tener la grúa para su fácil acceso en centros hospitalarios y domésticos.

Se procede a generar diferentes propuestas de solución, entre ellas se elige el diseño que mejor cumpla con los requisitos ergonómicos y de espacio.

Para la selección del material para la estructura de la grúa se consideró el límite de fluencia, otro factor importante es que sea de uso comercial amplio debido a que si el material no es de uso común su costo aumentará considerablemente, y por último se tomará en cuenta que sea fácilmente soldable, con esto se puede optimizar costos en la mano de obra al momento de ensamblar.

Para la selección de la geometría y el espesor de cada una de las vigas se considerará con el peso máximo en la posición crítica. Se considera también el caso en que la persona empiece a moverse en el transcurso del traslado, provocando así el efecto péndulo y produciéndose torsión en algunos miembros de la grúa.

- Diseño electrónico

Para el diseño electrónico se determinará el tipo de actuador que se va implementar, teniendo en cuenta la carga a soportar, la tensión a usar y la intensidad de corriente.

Se determinará la carrera del actuador, el tipo de accionamiento del motor, el tamaño de la instalación y las sujeciones que debe presentar.

Se implementará un circuito que separe la parte de baja tensión con la de alta tensión para evitar corrientes parásitas y ruidos que podrían hacer que el sistema funcione inadecuadamente, por medio de un optoacoplador.

- Construcción

Una vez terminado los diseños mecánico y electrónico se procede a diseñar los planos que son de suma importancia debido a que en estos se debe basar para la manufactura de la grúa, y en caso de querer replicar el dispositivo se podrá realizar esta operación de forma fácil y rápida, realizados los planos se procede a adquirir los materiales pertinentes, se procede a hacer las pruebas pertinentes en personas con distinta edad, peso y altura, por medio del levantamiento y descendimiento de la persona en la grúa y desplazándola al lugar donde se encontrará la silla de ruedas o cama, de esta forma la grúa para personas con discapacidad motriz quedará validada.

- Manual de Usuario

Se creará un manual de usuario para el uso correcto de la grúa, con imágenes ilustradas y datos de seguridad a tener en cuenta por parte de la persona encargada de operar la grúa. Para establecer el uso correcto de la grúa se basará en manuales de grúas comerciales similares y en correcciones basadas en las pruebas del dispositivo construido

## 3. Forma de uso

### 3.1. Uso del arnés desde la posición sentado

Deslice el arnés por la espalda del paciente y bájelo hasta la línea media de sus glúteos.

Levante con cuidado la pierna del paciente y deslice la correa correspondiente por debajo, repetir el procedimiento con la otra pierna.

Ubique las correas en la percha, de esta forma ya es seguro levantar al paciente.

### 3.2. Uso del arnés desde la posición acostado

Gire noventa grados al paciente y coloque el arnés bajo su espalda, luego gire 90 grados al lado contrario y termine de colocar el arnés por debajo de su espalda.

Levante con cuidado la pierna del paciente y deslice la correa correspondiente por debajo, repetir el procedimiento con la otra pierna.

Ubique las correas en la percha, de esta forma ya es seguro levantar al paciente.

El paciente se encuentra en el arnés y este a su vez ya está asegurado en la percha para la elevación, se procede desde el mando a distancia a presionar el botón superior para elevar el brazo horizontal de la grúa ya posicionado el paciente, se mueve a la grúa desde los manubrios colocados en el mástil hasta posicionar en el lugar de descenso.

Una vez el paciente está junto al lugar de descenso se presiona el botón inferior del mando a distancia para descender al paciente hasta la posición final del traslado.

Se procede a retirar el arnés de la misma forma en la cual fue colocado.

#### 4. Actuador lineal

Un actuador lineal eléctrico es un dispositivo que convierte el movimiento de rotación de un motor de corriente continua de baja tensión en movimiento lineal, es decir, los movimientos de empuje y halado. De esta manera es posible elevar, ajustar, inclinar, empujar o halar objetos pesados o difíciles de alcanzar con solo pulsar un botón.

La instalación de un actuador es muy fácil en comparación con los sistemas hidráulicos y el espacio requerido es mucho menor, ya que no tiene bombas o mangueras.

#### 5. Mando a distancia

Se realizó un mando alámbrico debido a que la grúa de transferencia motriz tendrá un uso hospitalario por lo cual es de vital importancia que el control se encuentre disponible todo el tiempo junto a la grúa, el mando consta de una interfaz simple con dos botones uno para la elevación y otro para el descenso.

#### 6. Tabla de resultados

Usuario	Altura	Masa	T. Elevación	Corriente	Flexión
1	174	95	53	2,3	6,46
2	180	83	52	2,1	5,39
3	157	68	50	2	4,06
4	154	70	51	2	4,23

Donde la altura esta en centímetros, la masa en kilogramos, el tiempo de elevación en segundos, la corriente en amperios y la flexión en milímetros.

#### 7. Desarrollo de pruebas

Para el desarrollo de las pruebas se posiciono al usuario 1 en la silla de ruedas, se procede a colocar al arnés por debajo del usuario, una vez colocado el arnés descende el brazo horizontal superior de la grúa y se engancha el arnés a la percha de la grúa, el operador con el mando de distancia eleva el brazo horizontal superior hasta una altura conveniente, traslada la grúa hasta el larguero de la cama y se procede al descenso del usuario. Se realizó la misma prueba en el usuario 2, para los usuarios 3 y 4 se realizó la prueba desde la cama a la silla de ruedas.

#### 8. Conclusiones

El dispositivo cumple con las características antropométricas latinoamericanas de masa que es de 120 kg y estatura de 1.80 m investigadas de acuerdo a la zona de influencia.

La grúa fue diseñada para poder acceder su base debajo de una cama estándar de 25 cm y el fácil acceso de una silla de ruedas de 72 cm de ancho.

No se requiere intervención alguna del usuario para su transferencia.

Se seleccionó un material para la elaboración de las piezas que es económico, disponible en el país y con buena soldabilidad, lo cual facilito la manufactura de la grúa, seleccionado el acero A36.

No se encontraron dificultades en la construcción que no estuvieran previstas en el diseño de la grúa.

El mando de control de la grúa es de fácil uso para el operador.

La selección del actuador LA31 de 6000 N garantizo la tranquilidad del operador y el usuario al momento de emplear la grúa.

Se agregó un volante para la manipulación de la grúa, lo cual no estuvo previsto en el diseño.

El esfuerzo realizado por el operador fue menor al esfuerzo de trasladar al usuario sin la grúa de transferencia de personas con discapacidad motriz.

El desplazamiento del brazo horizontal superior de la grúa debido al peso de la persona es de 1 cm imperceptible tanto para el operador como para el usuario.

Una vez construido el prototipo se determinó que la cinemática del sistema es la adecuada tanto para el operador como para el usuario, validando así el diseño.

## Agradecimientos

A Dios, por ser mi fortaleza cada instante de mi vida, por permitirme llegar a donde estoy, a mi madre por estar conmigo en mis momentos de flaqueza y de alegría, por ser a más de mi madre, mi amiga y confidente, a mi padre por el apoyo prestado en toda mi vida, a mis hermanos David y Renato que a pesar de las circunstancias siempre puedo contar con ellos, porque a pesar de la distancia ellos siempre están en mi corazón y son mi motivación e inspiración para seguir luchando por los objetivos que me he trazado, si ustedes no se rinden yo tampoco.

Y dedico este trabajo para la mujer que me dio la vida y ha estado como mi ángel de la guarda cada momento de mi vida, quien me corrigió cuando tenía que hacerlo, que aplaudió cada uno de mis logros, quien me ha visto llorar y reír, por ella y para ella es este logro, por ser una madre ejemplar este trabajo se lo dedico a usted madre.

## Referencias Bibliográficas

*Artículos de revistas:*

- [1] "移动式病残、老人吊车," ed: Google Patents, 2011.

- [2] S. K. Rouse and A. K. Rouse, "Patient movement system, method, and apparatus," ed: Google Patents, 2006.
- [3] S. S. Kumar, C. K. B. Lim, P. Y. Tan, and Y. Takei, "Method, system and apparatus for indirect access by communication device," ed: Google Patents, 2010.
- [4] K. L. Tally, "Support and transfer apparatus for transport of an incapacitated individual," ed: Google Patents, 2010.
- [5] N. Lafragua, "Diseño de ortesis activa de codo para rehabilitación de pacientes.," Alfaomega ed: México, 2012.
- [6] R. L. Norton, *Diseño de máquinas. Un enfoque integrado.*, Cuarta ed. Mexico, 2010.
- [7] R. L. Mott, Pearson, Ed. *Diseño de elementos de máquinas.*, Cuarta ed. México, 2006.
- [8] R. Budynas and J. Nisbett, McGraw, Ed. *Diseño en ingeniería mecánica de Shigley*, Octava ed. México, 2008.
- [9] B. Cocemfe, "Manual de formación del voluntariado.," Available: [http://www.cocemfebadajoz.org/voluntariado/capitulo\\_83.html](http://www.cocemfebadajoz.org/voluntariado/capitulo_83.html)
- [10] O. Ortojosbel. (2016). *Grúa de techo voyager*. Available: <http://www.sillasderuedas.es/Grua-de-techo-elevador-Voyager>
- [11] Invacare. (2016). *Grúa móvil*. Available: [http://www.invacare.com/product\\_files/RPL-450-2\\_400x400.jpg](http://www.invacare.com/product_files/RPL-450-2_400x400.jpg)
- [12] Tecnum. (2015). *Grúa de camilla*. Available: <http://www.tecnum.net/gruas.htm>
- [13] E. Tapia. (2013). *Grúa de Baño*. Available: <http://www.equipamientostapia.es/archivos/productos/4802100grua%201.jpg>
- [14] ElectrónicaChile, "¿Qué es un actuador lineal?," Available: <http://www.electronicachile.com/que-es-un-actuador-lineal/>
- [15] Linak. (2016). *El Actuador Lineal*. Available: <http://www.linak.es/about/?id3=4283>
- [16] J. Angulo Usategui and I. Angulo Martínez, M. G. Hill, Ed. *Microcontroladores PIC. Diseño práctico de aplicaciones.*, Tercera ed. (no. Primera parte). Chile, 2005.
- [17] R. Clavijo, AlfaOmega, Ed. *Diseño y simulación de sistemas microcontrolados en lenguaje C*. Colombia, 2011.
- [18] O. Torrente, Alfaomega, Ed. *Arduino: Curso práctico de formación*. México, 2013.

- [19] M. Sadiku, McGraw-Hill, Ed. *Fundamentos de circuitos eléctricos.*, 3ra ed. México., 2006.
- [20] Djmania. (2015). *Batería*. Available: <http://djmania.es/p/bater%C3%ADa-de-plomo-%C3%A1cido-12v-75ah-151x65x99mm>
- [21] R. Hernández, *Introducción a los sistemas de control: Conceptos, aplicaciones y simulación con MATLAB*, PEARSON EDUCACIÓN ed. México, 2010.
- [22] K. Astrom, Pearson, Ed. *Control PID avanzado*. España, 2009.