

Arriba el bienestar: sillas de ruedas elevables

by Revista Vinculando - lunes, mayo 10, 2010

https://vinculando.org/salud/arriba_el_bienestar_sillas_de_ruedas_elevables.html

La tecnología no llega a todos

"Se estima que en el mundo existen más de 500 millones de personas discapacitadas. La discapacidad motriz representa una tercera parte de este número" (Hisaiichi, 2007, p. 22).

Las personas que no pueden caminar tienen que vivir en un mundo que no es amigable para ellos. No obstante, día a día se sobreponen a los diferentes obstáculos que encuentran en el orbe. Una de estas dificultades es no poder alcanzar objetos a ciertas alturas cuando están en su silla de ruedas. Los dispositivos de asistencia pueden volver su vida cotidiana mucho más sencilla.

La ingeniería de rehabilitación busca crear mecanismos para ayudar a las personas con discapacidades para tener una vida más práctica y cómoda. En el mercado podemos encontrar una gran cantidad de modelos de sillas de ruedas ya sean eléctricas o mecánicas, así como elevadores y otras máquinas que ayudan a las personas con discapacidades. No obstante, este tipo de tecnología es muy cara e inaccesible para una buena parte de la población. Una silla de ruedas elevable con un costo accesible es un paso importante para mejorar la calidad de vida de los discapacitados.

Matemáticas para llegar alto

Para la silla elevable se construyó un modelo a escala. El prototipo tiene la mitad del tamaño de una silla de ruedas convencional. Se diseñó y fabricó para poder levantar una carga de 50 kilogramos hasta una altura de 40 centímetros sobre el nivel normal del asiento. La construcción de una silla de ruedas con un mecanismo de elevación requiere la aplicación de todos los rubros de la mecánica ingenieril. Es necesario aplicar los principios de análisis estático, dinámico y de materiales.



Imagen de [clagnut](#) via Flickr

Antes de poder comenzar con los cálculos y con la construcción, se debe determinar el diseño de la estructura que elevará el asiento de la silla. Usando un razonamiento puramente pragmático, se analizaron los sistemas mecánicos más comunes desde un punto de vista de factibilidad de construcción. Estos sistemas son: el de tijera sencilla en forma de rombo, y el de tijera múltiple. En un modelo que sólo requiere elevación de 40 centímetros, el mecanismo de rombo resulta suficiente, y es de construcción relativamente sencilla. Cuando se ha seleccionado un diseño, se puede continuar con los cálculos que sustentan la fabricación.

El cálculo de las fuerzas internas que actuarán en el mecanismo de elevación es el primer paso para garantizar la integridad estructural. En una disposición de rombo, las consideraciones estáticas son fáciles de expresar matemáticamente. La simetría del diseño simplifica los cálculos. Para poder efectuar el análisis, se necesitan las medidas precisas de las piezas metálicas que conforman el componente de elevación. Con esos datos se puede efectuar una sumatoria de fuerzas y de momentos^[1] para conocer los componentes vectoriales reactivos que actúan en cada elemento estructural, denominado solera.

En términos de fuerza, una masa de 50 kilogramos se traduce en 490 newtons. Mediante los principios de la mecánica clásica de suma de componentes de vectores, se obtiene que la mayor fuerza interna que puede actuar sobre las barras es de 849 newtons. Esta cifra es clave para el desarrollo exitoso de todo el proyecto. Las fuerzas internas en la estructura de elevación son el factor determinante para la selección de material para la construcción, y para elegir la fuente de potencia motriz para la elevación.

Los miembros estructurales para aplicaciones mecánicas frecuentemente se hacen largos y estrechos. Ordinariamente están sujetos a fuerzas axiales que se aplican en los extremos. Los materiales para este tipo de construcciones ingenieriles se consideran homogéneos, esto significa que tienen las mismas propiedades mecánicas y físicas a través de todo su volumen. También se les modela como isotrópicos, por lo tanto tienen las mismas características en todas las direcciones. Estas consideraciones permiten realizar los cálculos mediante los teoremas

de la mecánica de cuerpos deformables, sin tener que recurrir a la teoría de la elasticidad y plasticidad.

En una construcción que debe ser sumamente tenaz, el cálculo de los esfuerzos ejercidos sobre los miembros estructurales resulta de suma importancia. Estas magnitudes físicas representan unidades de fuerza sobre un área transversal.

"Un esfuerzo es un conjunto de tensiones y momentos estáticamente equivalentes sobre la superficie de una sección" (Hibbeler, 2008, p. 135).

El área transversal de la solera propuesta para cumplir con las dimensiones del modelo es de 50 milímetros cuadrados. Al efectuar la razón de la fuerza interna que actúa sobre la solera, 849 newtons, sobre los 50 milímetros cuadrados, se obtiene un esfuerzo normal de 16.98 megapascuales. Este número es de vital importancia para seleccionar el material que cumpla con los requisitos mecánicos para el propósito de elevación.

En el caso del modelo de la silla se necesita un material liviano, con un precio módico, y con la capacidad de soportar el esfuerzo mencionado. Existen dos categorías de materiales que satisfacen esas características, las maderas y los metales. Un aspecto importante que se consideró a favor del uso de un metal con respecto a la madera, es la capacidad del primero de ser soldado. La soldadura representa una de las formas más sólidas de unir componentes estructurales. Las uniones entre dos pedazos de madera pueden resultar frágiles cuando se les compara con una soldadura por microalambre. No obstante, la razón más importante por la cual se eligió el metal sobre la madera es la necesidad de utilizar un tornillo sinfín en el mecanismo. Este dispositivo resultaría deficiente si se fabricara con madera.

De los metales, los más viables por cuestiones económicas son el aluminio y el acero. El primero satisfizo nuestras necesidades de manera más amplia. Este material puede soportar cerca de 255 meganewtons por unidad de área transversal. La densidad del aluminio, a temperatura ambiente es de 2689 kilogramos por metro cúbico. Por el otro lado, el acero A-36 puede soportar aproximadamente la misma fuerza por unidad de área transversal, pero tiene una densidad de 7850 kilogramos. El hecho de que la densidad del A-36 sea aproximadamente tres veces más grande que la densidad del aluminio implica que la construcción sería mucho más pesada .

Otro principio que se consideró para la construcción de la silla es la estabilidad cuando está elevada. Se pretende evitar que haya volcadura[2] de cualquier tipo cuando un usuario está usando el mecanismo de elevación. La rotación de la silla puede ocurrir cuando el usuario se mueve con una intensidad suficiente para romper el equilibrio estático de la silla. Se analizó la volcadura frontal y la volcadura lateral. En el caso frontal, la tendencia a girar sólo puede lograrse hacia atrás, pues no existe una parte mecánica que detenga esa rotación. La solución planteada para este tipo de volcadura es sencilla y efectiva. Sólo es necesario generar un momento de equilibrio en la parte delantera de la silla utilizando el peso del motor. Se puede determinar experimentalmente[3], la posición ideal del propulsor para lograr este fin.

En el caso lateral se tiene que hacer un diseño dimensional con más cuidado para evitar cualquier tipo de volcadura. Como indica Meriam:

"por principio estático se encuentra una relación lineal entre la altura, a la cual debe aplicarse la fuerza externa, y el tamaño de la base del objeto" (2002, p. 90).

Se utilizó esta relación para diseñar la base de la silla. Aumentando la distancia entre las ruedas se incrementó el tamaño de la base. A través de la función de relación, la altura necesaria a la que debe aplicarse la fuerza aumentó de manera considerable. Es decir, el punto donde un esfuerzo generaría una volcadura ya no forma parte de la silla. La probabilidad de una volcadura lateral es inexistente.

El compromiso de la sinergia tecnológica

La silla elevable que se ha presentado es sólo una muestra de los alcances de la ingeniería de rehabilitación. Este modelo puede satisfacer las necesidades generales de la gente con discapacidad motriz. Sin embargo, vivimos en la era de la integración sinérgica de la tecnología. Esta silla cumple su propósito puramente mecánico, pero no ofrece la tecnología inteligente inherente de este siglo. Los sistemas de control computarizado y de inteligencia artificial eventualmente se tendrán que agregar al dispositivo. Esa adición representará nuevos retos de diseño. Sólo así se garantizará que los usuarios obtengan el mejor producto posible.

Los dispositivos para gente con discapacidad requieren un diseño más cuidadoso, con más datos biométricos, y más centrado en el beneficiario particular. Si no se entienden las necesidades y las diferencias entre grupos y poblaciones de usuarios, así como las consecuencias que la ingeniería de rehabilitación puede traer, no se crearán productos que funcionen de manera óptima. Esa situación no es aceptable, la meta de la ciencia siempre debe ser el mejoramiento de la calidad de vida. El beneficio número uno de la tecnología es que le da poder a las personas, los deja hacer cosas que no pensaron que podrían hacer. En todo momento se debe propiciar que todos los seres humanos alcancen todo su potencial.

Referencias

- Hibbeler R.C. (2008). *Mechanics of Materials*. Upper Saddle River: Pearson.
- Hisaichi, O. (2007). *An introduction to rehabilitation engineering*. Boca Ratón: Taylor Francis.
- Meriam, J.L. (2002). *Engineering Mechanics: Statics*. Nueva York: John Wiley & Sons.
- Fuentes de información
- Bibliográficas
- Beer, F. (2007). *Vector mechanics for engineers: dynamics*. Dubuque: McGraw Hill Higher Education.
- Cooper, Rory. (2001). *Rehabilitation Engineering Applied to Mobility and Manipulation*. Nueva York: Taylor Francis.
- Gere, J. (2009). *Mechanics of Materials*. Toronto: Cengage Learning.
- Humphreys, K. (1999). *What every engineer should know about ethics*. Nueva York: Marcel Dekker .
- Johnson, K. (1999). *Engineering Tips, Big and Small*. Boston: McGraw-Hill.
- Plummer, F. (2007). *Project Engineering*. Oxford: Elsevier.

Notas:

[1] El momento es el resultado de multiplicar la magnitud de una fuerza por la distancia a un punto de referencia.

[2] En términos estrictamente técnicos, la volcadura es la tendencia de un objeto a girar cuando se le aplica una fuerza externa, sin la necesidad de que el objeto se esté desplazando.

[3] Los experimentos se realizan utilizando la metodología de análisis estadístico mecánico propuesta por la ASME (*American Society of Mechanical Engineers*).