

énez Padilla, B.4 érez Lafragua, N. R.5 Íibar, J. M.6 án
Corona RamÍrez, L.8

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA BASE PORTÁTIL PARA UN DISPOSITIVO PARA TRASLADO DE PERSONAS CON DISCAPACIDAD MOTRIZ ENTRE SILLAS DE RUEDAS Y AUTOMÓVILES

Raúl Conterón
Ingeniería Mecatrónica
Universidad Técnica del Norte
Ibarra, Ecuador
Email: erconteronc@utn.edu.ec

Abstract—Este proyecto presenta el diseño y construcción de una base portátil para un dispositivo para traslado de personas con discapacidad motriz entre sillas de ruedas y automóviles.

Para lograr el objetivo propuesto se especifican características de diseño considerando las limitaciones bajo las cuales debe operar y de funcionamiento para el cual se está diseñando el dispositivo, siendo este evaluado mediante un programa basado en el Método de Elemento Finitos (MEF). Posteriormente, se lleva a cabo un modelo computacional, con el fin de analizar los esfuerzos y desplazamientos a las cuales se someterá la base portátil.

La base está constituida por un gato mecánico de elevación que será fijado bajo el chasis del vehículo, con el fin de obtener la fuerza necesaria para contrarrestar los momentos generados por la grúa. Para medir dicha fuerza se emplea una celda de carga, la cual envía una señal al controlador que detiene el avance del gato mecánico de elevación, una vez alcanzada la fuerza requerida para obtener el contra momento necesario. De esta forma se genera estabilidad y funcionalidad en la grúa de traslado.

Finalizada la construcción, se realizó pruebas de validación del dispositivo y corrección de errores, de esta manera con la implementación y construcción de este prototipo, se presenta una solución que beneficiaría a la comunidad.

Octubre 20, 2016

I. INTRODUCCIÓN

A partir del año 2007, el Estado Ecuatoriano marca cambios para la garantía de derechos de las personas con discapacidad con la generación de un marco normativo especializado, y es ratificada el 4 de marzo de 2008, cuyo propósito es promover, proteger y asegurar el goce pleno y en condiciones de igualdad de todos los derechos humanos y libertades fundamentales de las personas con discapacidad [1].

Los resultados obtenidos en el censo realizado por el Ministerio de Salud Pública en abril de 2015, en donde se señala que existen 202.880 discapacitados a nivel nacional, en Imbabura 4.916, y en el cantón Ibarra 2.494 [2].

En referencia a los acompañantes que facilitan el traslado de los discapacitados, existen diversos factores de riesgo que hacen peligrosa la manipulación manual del peso de la persona y, por tanto, aumentan la probabilidad de que se produzca una lesión, concretamente, en la espalda.

La mayoría de los dispositivos de traslado para vehículos requieren que el mismo sea modificado para cumplir su objetivo, tienen costos elevados y algunos tienen requisitos específicos, por ejemplo, es necesario que sus puertas abran noventa grados para que el pasajero salga del automóvil, un elevador de sillas o grúa pesada. La adquisición de este dispositivo incrementará la independencia de los discapacitados, ya que este mecanismo es independiente del vehículo y fácil de utilizar por parte del acompañante.

II. CARACTERÍSTICAS DE LOS VEHÍCULOS

A. Vehículos Tipo Sedán

Los vehículos tipo sedán reciben este nombre por el tipo de carrocería que los conforma. Se les denomina de tres volúmenes por estar constituidos de motor, habitáculo y cajuela y su configuración es usualmente de dos o cuatro puertas. El maletero se extiende horizontalmente desde la parte inferior del vidrio trasero algunas decenas de centímetros hacia atrás obteniendo su forma característica.

El reparto de cargas en los vehículos está en función del lugar donde se encuentra situado el motor, clasificándoles en tres tipos: tracción delantera, trasera o a las cuatro ruedas.

La tracción en los vehículos varía en función de las ruedas encargadas de transmitir al suelo la potencia procedente del motor. La tracción delantera es la más utilizada ya que le confiere al vehículo mucha estabilidad y reacciones previsibles en la marcha, con este sistema la potencia se transmite al eje delantero [3].

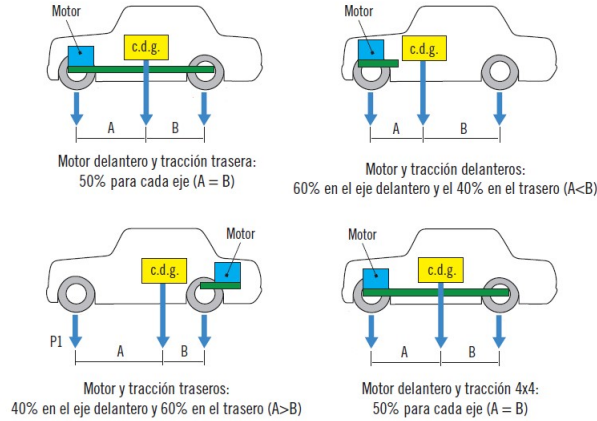


Figure 1. Reparto de cargas en el vehículo.

B. Geometría de los Vehículos

La base estará diseñada de acuerdo a la geometría de los vehículos tipo sedán debido a que estos son los más utilizados en el país. Los datos que se tomaron a consideración son la distancia entre el piso y el chasis, la distancia entre la ubicación de la gata y el dispositivo de elevación, y el ángulo entre el chasis del vehículo y el dispositivo de elevación.



Figure 2. Distancia entre la ubicación de la gata y el dispositivo de elevación.

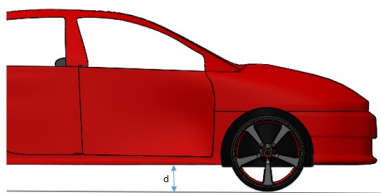


Figure 3. Distancia entre el piso y el chasis del vehículo.

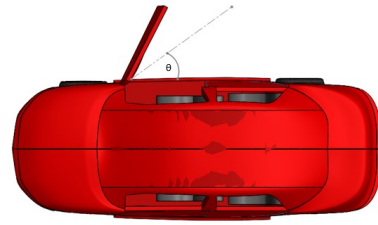


Figure 4. Ángulo entre el chasis del vehículo y el dispositivo de elevación.

Se recolectaron los datos para siete modelos distintos de vehículos tipo sedán, en la tabla 1 se muestran los resultados de las mediciones.

Marcas y modelo	Masa bruta vehicular (kg)	Profundidad de ubicación (cm)	Distancia entre el piso y el chasis (cm)	Distancia entre la gata y el dispositivo de elevación (cm)	Ángulo entre el chasis y el dispositivo de elevación (°)	Fuerza (N)
Chevrolet Aveo Activo	1535	15	19	19,52	50,19	4518
Chevrolet Sail	1435	15	18	20,88	45,90	4223
Chevrolet Corsa	1463	15	18	20,48	47,07	4306
Hyundai Accent	1600	15	19	18,73	53,20	4709
Kia Rio	1066	15	18	28,11	32,24	3137
Chevrolet Aveo Family	1455	15	18	20,59	46,73	4282
Renault Logan	1098	15	18	27,29	33,33	3231

Table I
GEOMETRÍA INTERACCIÓN BASE - VEHÍCULO.

Se obtuvo como resultado de la toma de datos que el menor peso de trabajo es de 1066 kg referente a un Kia Rio, con el cual se calculó la distancia mínima necesaria entre la ubicación de la gata y el dispositivo de elevación para contrarrestar en momento máximo producido por la grúa de elevación.

C. Peso y Distribución del Mismo en Vehículos Tipo Sedán

Se requiere conocer los pesos de los vehículos tipo sedán para determinar la carga necesaria que originará la fuerza con la cual se contrarresta el momento producido por el dispositivo de elevación.

Los tipos de tracción en los vehículos varían en función de las ruedas encargadas de transmitir al suelo la potencia procedente del motor, en los vehículos con tracción delantera la potencia del motor se transmite al eje delantero. La distribución del peso teórico de los vehículos con tracción delantera es aproximadamente de 60% en la parte delantera y el 40% en la parte trasera.

III. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

A. Datos Críticos

- Menor peso de trabajo vehicular es 1066 kg.
- Profundidad de ubicación entre el chasis del vehículo y el dispositivo de elevación es de 15 cm.
- Distancia entre el piso y el chasis del vehículo es de 18 cm.

- Distancia entre la ubicación de la gata y el dispositivo de elevación es de aproximadamente 28 cm.
- Ángulo entre el chasis del vehículo y el dispositivo de elevación de aproximadamente 32 grados.

B. Requisitos de Diseño

- Contrarrestar el momento máximo producido por la grúa de elevación en todas las posiciones críticas analizadas..
- Debe tener todas las normas de seguridad, entre ellos indicar si el dispositivo está listo para ser utilizado.
- El equipo puede ser desarmable para fácil manejo y portabilidad del acompañante.
- Debe ser de fácil manejo para que el usuario pueda desarmar y armar el equipo.

C. Requisitos Cinemáticos

La base portátil está ajustada para colocarse bajo el chasis de un vehículo tipo sedán, esta se ubicará bajo el asiento del copiloto en la parte delantera del vehículo; una vez que se coloca la base portátil se debe situar el parante sobre el bastidor de la base procurando que este quede entre la puerta y el chasis de vehículo. Concluida la colocación de la base se procede a activar el gato mecánico para fijar y asegurar la base bajo el vehículo en la cual posteriormente se colocará el dispositivo de elevación (figura 5).

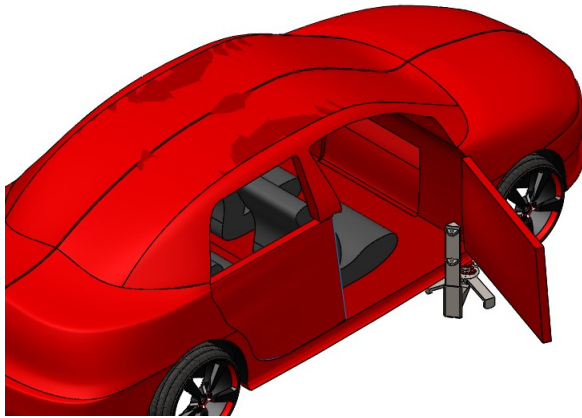


Figure 5. Ubicación de la base portátil.

IV. RESULTADOS

A. Material Seleccionado

La mayor parte del dispositivo se construirá con acero ASTM A36 el cual tiene las características adecuadas para las condiciones de trabajo de la base portatil, además el material es de fácil acceso en el medio comercial.

B. Diseño Conceptual

- **Soporte para enganche:** permiten enganchar la grúa en la base portátil, al tiempo que permite su rotación alrededor del eje vertical.
- **Bastidor:** estructura en la cual se colocan los apoyos para brindar estabilidad a la grúa de elevación y permitir la rotación de los mismos para su transporte y

portabilidad, también se encuentra el soporte para el parante.

- **Parante:** estructura en la cual se encuentran los soportes de enganche para la sujeción y soporte de la grúa, el parante se fija en el bastidor para de esta manera conseguir que la grúa quede enganchada a toda la estructura de la base.
- **Apoyo largo:** estructura que se fija a su vez en el bastidor y su función es la de brindar apoyo a la base cuando se produce el máximo momento en la primera posición crítica analizada.
- **Apoyo corto:** estructura que se fija a su vez en el bastidor y su función es la de brindar apoyo a la base cuando se produce el máximo momento en la segunda posición crítica analizada.
- **Placa superior:** base que brinda soporte a los apoyos de la base, también sirve para el montaje del gato mecánico.
- **Goma de estabilización:** goma de alta densidad que sirve para evitar la fatiga del bastidor cuando se producen los máximos momentos en la base, además de evitar el deslizamiento de la base.

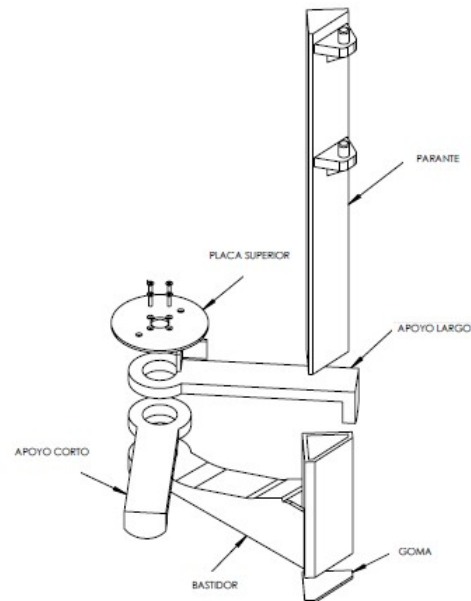


Figure 6. Diseño conceptual de la base portátil.

C. Análisis de Elementos Finitos

Al realizar la simulación de la base portátil se determina los esfuerzos combinados de Von Mises, dicha teoría es la más precisa para materiales dúctiles. El modelo falla cuando los esfuerzos superan el límite elástico del material y es fácilmente comprobable a través del factor de seguridad. Al realizar el mecanismo, se usa un análisis estático aplicando cargas de compresión y tracción correspondientes a las cargas que generen la grúa de elevación sobre la base portátil.

D. Factor de Seguridad

El factor de seguridad considera las diferentes resistencias de los aceros empleados con sus esfuerzos máximos admisibles por lo que se obtuvo un factor de seguridad mínimo de 2,2 en la primera posición crítica analizada, este se produce en la columna del parante.

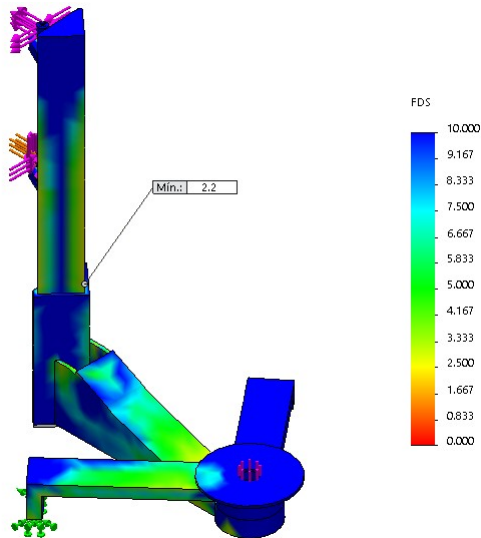


Figure 7. Factor de seguridad mínimo de la base portátil.

E. Desplazamiento

En la figura 8 se puede observar que de acuerdo a la simulación se obtuvo un desplazamiento máximo de 4.17 mm, indicando el punto crítico que se encuentra en el parante donde se engancha el dispositivo de elevación, se consideró que el desplazamiento no sea mayor a 5mm para seguridad del usuario.

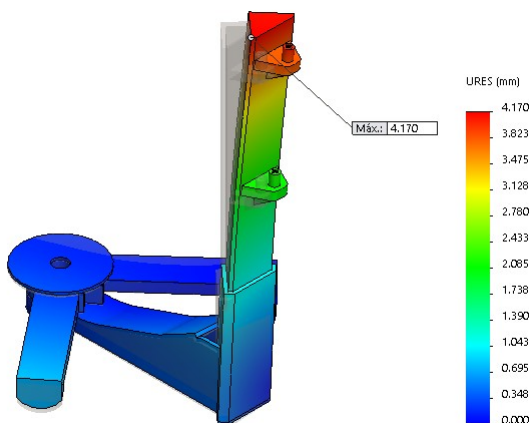


Figure 8. Desplazamiento de la base portátil.

F. Máximo Esfuerzo

Como se muestra en la figura 9 el máximo esfuerzo de la base portátil se encuentra ubicado en la columna del parante.

Este esfuerzo se produce en esta zona del parante debido a que en la primera posición crítica la grúa se encuentra totalmente extendida en dirección a la silla de ruedas para levantar al usuario. El esfuerzo máximo en la columna es de 115.8 MPa y con esto podemos concluir que es menor al esfuerzo admisible y está dentro de los límites.

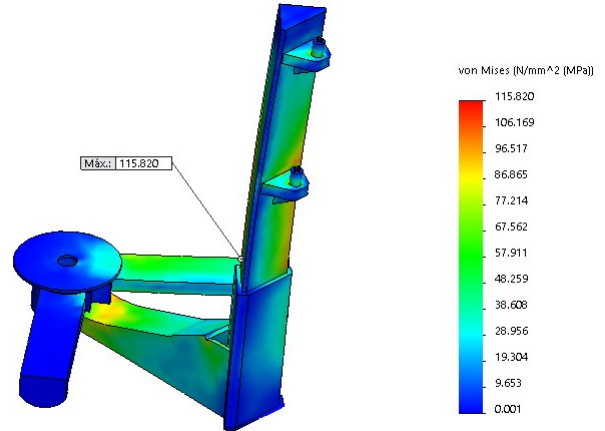


Figure 9. Máximo esfuerzo en la base portátil.

V. CONCLUSIONES

- Se realizó la construcción de una base portátil para un dispositivo para el traslado de personas con discapacidad motriz entre sillas de ruedas y automóviles que cumpla con los requerimientos de diseño y funcionalidad.
- Una vez construido el prototipo de la base se determinó que la cinemática del sistema es apropiada tanto para su portabilidad como para su correcta instalación en los vehículos considerados en la investigación.
- Se seleccionó como material de fabricación para la base portátil acero ASTM A36 dado que el mismo ofrece la resistencia requerida para las condiciones de operación de la base de manera segura y adicionalmente ofrece como ventaja su disponibilidad en el país.
- Mediante una herramienta computacional basada en el Método de Elementos Finitos se obtuvo a partir del modelo analizado las máximas concentraciones de esfuerzos producidas en el parante de la base portátil, para ello se estableció un análisis considerando las dos posiciones críticas de la grúa de elevación, de lo cual resultó que en ninguno de los casos el material supera su límite elástico, por tanto el diseño presenta un óptimo desempeño para las condiciones de cargas establecidas validando el factor de seguridad mayor a 2.
- El dispositivo presenta alta estabilidad y soporte ya que al sujetarse bajo el chasis del vehículo se consigue la fuerza necesaria para contrarrestar los momentos producidos por la grúa de elevación siendo el sistema confiable para el usuario.

REFERENCES

- [1] Valarezo, M. C. (2013). Propuesta de atención integral para personas con discapacidad. Retrieved from <http://www.inclusion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/11/Modelo-de-Atenci%C3%B3n-deDiscapacidades.pdf>
- [2] Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades. Registro nacional de discapacidades (2015). Retrieved from http://www.consejodiscapacidades.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2015/04/registro_nacional_discapacidades.pdf
- [3] Borja, J. C., Fenoll, J., & Seco de Herrera, J. (2009). *Sistema de transmisión y frenado*. Madrid, ES: Macmillan Iberia, S.A.
- [4] Jiménez Padilla, B. (2012). *Técnicas básicas de mecánica de vehículos (MF0623_1)*. Málaga, ES: IC Editorial.
- [5] Pérez Lafragua, N. R. (2012). *Diseño de órtesis activa de codo para rehabilitación de pacientes espásticos*. (Tesis para obtener el grado de Ingeniero Mecatrónico), Universidad Nacional Autónoma de México México.
- [6] Molina Mengíbar, J. M. (2013). *Electricidad, electromagnetismo y electrónica aplicados al automóvil: mantenimiento de los sistemas eléctricos y electrónicos de vehículos (UF1039)*. Madrid, ESPAÑA: IC Editorial.
- [7] Ogata, K. (2010). *Ingeniería de control moderna* (Quinta edición ed.). Madrid: PEARSON EDUCACIÓN, S.A.
- [8] Germán Corona Ramírez, L., Abarca Jiménez, G. S., Mares Carreño, J. (2014). *Sensores y actuadores: aplicaciones con Arduino*. Distrito Federal, MÉXICO: Grupo Editorial Patria.