

CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE UNA PLATAFORMA PARA BUSES URBANOS DE LA CIUDAD DE IBARRA QUE FACILITE EL ACCESO DE PERSONAS QUE UTILIZAN SILLA DE RUEDAS

Meneses, Marco.

memenesesa@utn.edu.ec

Carrera de Ingeniería en Mecatrónica, Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador

Resumen—El presente artículo se orienta a las personas que utilizan sillas de ruedas en la ciudad de Ibarra y que no hacen uso del transporte de buses urbanos debido a que no pueden acceder al interior de este, a pesar de que cuenta con el espacio asignado en el interior del bus, una forma de ayudar al problema de movilidad de estas personas es implementar un sistema en el bus que permita brindarles accesibilidad otorgándoles los mismos derechos y calidad de vida que cualquier ciudadano, se determinó que el sistema óptimo para realizar este trabajo es una plataforma, sin necesidad de realizar ninguna modificación a la estética del bus, el mismo que puede ser acoplado en cualquier bus de tipo urbano.

Se definieron los requerimientos de la plataforma en base a la voz del cliente y normativas INEN para buses urbanos, con base en esta información se determinó el material, la geometría del dispositivo y elementos a implementarse. Se realizó el diseño del sistema eléctrico acoplado el mismo a la estructura mecánica de la plataforma. La construcción del sistema eléctrico de la plataforma se realizó de acuerdo con los parámetros definidos anteriormente, incorporando las debidas seguridades para el uso confiable del sistema. Las pruebas de funcionamiento demuestran que la plataforma soluciona el problema planteado.

Índice de Términos—Plataforma, Eléctrico, Buses urbanos, Silla de ruedas.

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, así como promover el respeto a su dignidad inherente [1].

Actualmente en el país existe un grupo considerable de ciudadanos con discapacidad física, según resultados obtenidos en el censo realizado por el Ministerio de Salud Pública en abril de 2015, en donde se señala que existen 203.880 discapacitados a nivel nacional, en Imbabura 5.916, y en el cantón Ibarra 2.494 [2] [8].

En la ciudad de Ibarra las personas que utilizan sillas de ruedas no hacen uso del transporte de buses urbanos debido a que no pueden acceder al interior de este, ya que no cuentan con un sistema que permita ingresarlos, a pesar de que cuenta con el espacio asignado en el interior del bus; dando como consecuencia que dichas personas no hagan uso de este medio de transporte sin obtener los mismos derechos y calidad de vida que cualquier otro ciudadano [3] [4].

Para poder solucionar adecuadamente este problema se recurrió a diferentes patentes, tesis y proyectos vinculados al problema los cuales ya estaban desarrollados, y de esta manera facilitar información que ayude a la solución de este problema planteado [5] [6] [7].

Al mismo tiempo se recopilará información de parte los buses urbanos y de esta manera analizar cuáles son las alternativas más viables para poder satisfacer sus necesidades y que ellos puedan brindar un servicio de calidad. Por último, recopilada toda esta información más los requerimientos de las normas INEN para buses urbanos se procederá a la elaboración de este proyecto.

II. METODOLOGÍA

El diseño que se propone en el presente proyecto, tiene como propósito facilitar el acceso de las personas que utilizan

silla de ruedas al interior de un bus urbano, pero al mismo tiempo satisfacer los requerimientos de las personas propietarias de buses urbanos, cuya actividad principal es brindar un servicio de calidad de transporte de pasajeros en la ciudad de Ibarra, así como el de cumplir con todas las normativas INEN 2205.

Requerimientos técnicos.

En la ciudad de Ibarra para que un bus urbano pueda prestar el servicio de transporte de pasajeros es necesario que las unidades cumplan con la normativa NTE INEN 2205 que es la encargada de regular las especificaciones técnicas que deben tener las carrocerías de buses urbanos a nivel nacional, dentro de esta normativa se detallan los requisitos que debe cumplir un sistema para que una persona que utilizan silla de ruedas pueda acceder al interior del bus urbano [10].

Los buses urbanos que circulan en la ciudad de Ibarra su tipo de chasis son de piso alto, que significa que su diseño de carrocería es un conjunto de peldaños para el ascenso y descenso de pasajeros, dado esto el sistema de acceso tipo rampa para bus o rampa para parada queda descartado ya que este solo se puede utilizar en carrocerías sin peldaños que son las utilizadas por los buses de chasis de piso bajo. Lo que nos deja con dos opciones de sistema de acceso de elevador o plataforma en el bus [11].

Los requerimientos de las personas propietarias de los buses urbanos son determinadas por medio de una herramienta del QFD (quality function deployment), denominada la casa de la calidad cuyo objetivo principal es de convertir los deseos y requerimientos del cliente en requerimientos técnicos que serán evaluados para determinar los de mayor importancia [12] [13].

Método de selección

Matriz de criterios ponderados

En la tabla 1 se muestra la matriz de criterios ponderados donde se asigna el valor de 1 si el criterio de la izquierda influye más con respecto al de la derecha en el diseño, 0,5 si influyen de la misma manera y 0 si es de menor influencia.

Tabla1. Matriz de criterios ponderados

| CRITERIOS | Potencia | Toma de Energía | Diseño | Velocidad de Operación | Tiempo de mantenimiento | Dimensiones | Elementos | Fuerza | Σ+1 | PONDERACIÓN |
|-------------------------|----------|-----------------|--------|------------------------|-------------------------|-------------|-----------|--------|-----|-------------|
| Potencia | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 7 | 0,194 |
| Toma de Energía | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0,028 |
| Diseño | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0,5 | 5,5 | 0,153 |
| Velocidad de Operación | 0 | 1 | 0 | 1 | 0,5 | 0 | 0 | 0 | 3,5 | 0,097 |
| Tiempo de mantenimiento | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0,056 |
| Dimensiones | 0 | 1 | 0 | 0,5 | 1 | 1 | 0 | 0 | 3,5 | 0,097 |
| Elementos | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 8 | 0,222 |
| Fuerza | 0 | 1 | 0,5 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 5,5 | 0,153 |
| | | | | | | | | SUMA | 36 | 1 |

A continuación, se muestra en orden los criterios de incidencia desde el más relevante al menos relevante:

Elementos> Potencia> Diseño=Fuerza> Velocidad de Operación=Dimensiones> Tiempo de Mantenimiento> Toma de Energía

Disponibilidad de Elementos> Cantidad de Energía> Diseño=Fuerza> Velocidad de Operación=Dimensiones> Tiempo de Mantenimiento> Fuente de energía

Para analizar las alternativas, se procede a determinar los resultados que arrojaron las encuestas realizadas en la tesis de título “Construcción del sistema mecánico de una plataforma para buses urbanos de la ciudad de Ibarra que facilite el acceso de personas que utilizan silla de ruedas” [19], la cual es el complemento de la presente tesis.

Una vez que se seleccionaron los requerimientos más relevantes realizados en la encuesta y el diseño mecánico de la plataforma, es necesario analizar las diferentes alternativas de sistemas que pueden ser acoplados a la parte mecánica de plataforma para un bus urbano de la ciudad de Ibarra.

Sistema hidráulico

Al referirse a sistema hidráulico se hace al sistema de transmisión de fuerza y movimiento a través de un fluido, en la práctica aceite (casi incompresible). El principio del sistema se basa en transmitir una energía, que normalmente proviene del motor de combustión, entre una bomba hidráulica y uno o más actuadores motrices (cilindros, motores) [20].



Figura 1. Sistema hidráulico [21]

Sistema neumático

Cuando se menciona sistema neumático se hace referencia a la transmisión de fuerza y movimiento a través del flujo de aire. Esto se genera por medio de un compresor de aire el cual lo almacena y regula su presión en un recipiente o tanque.

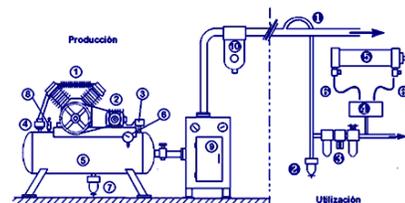


Figura 2. Sistema neumático [22]

Sistema eléctrico.

Al hacer referencia a un sistema eléctrico se determina que este sistema genera la fuerza y movimiento a través de la electricidad, la cual se la puede obtener mediante transformadores, baterías y un sin número de dispositivos que la generan.

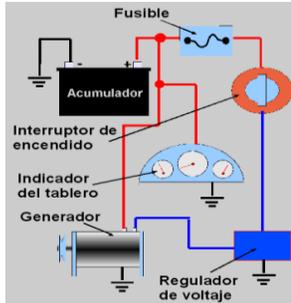


Figura 3. Sistema eléctrico [23]

Se procede a dar una valoración numérica a cada una de las alternativas planteadas anteriormente y luego escoger la alternativa que presente la puntuación más adecuada a las necesidades establecidas.

Tabla 1. Evaluación de alternativas.

| TIPOS DE SISTEMAS | COSTO | ROBUSTES | MANTENIMIENTO | FUERZA Y VELOCIDAD | RESULTADO |
|--------------------|-------|----------|---------------|--------------------|-----------|
| SISTEMA HIDRÁULICO | 5 | 9 | 5 | 9 | 28 |
| SISTEMA NEUMÁTICO | 5 | 8 | 6 | 8 | 27 |
| SISTEMA ELÉCTRICO | 8 | 7 | 8 | 7 | 30 |

Ponderación: 1=Malo, 5=Bueno, 8= Muy Bueno, 10=Sobresaliente

De acuerdo con la tabla 1 se puede determinar que el sistema adecuado para implementarse es el sistema eléctrico, razón por la cual se ha elegido implementar dicho sistema en la plataforma.

Construcción

Para la construcción del sistema eléctrico de la plataforma el primer paso fue adquirir los materiales, una vez obtenidos los materiales, se construyó el sistema siguiendo los planos eléctricos diseñados anteriormente.

El sistema eléctrico se encuentra ubicado en una caja de control la cual impide que el mismo sufra daños debido al medio en el que se encuentra.

La unión de todos los elementos eléctricos como mando, baterías y caja de control se los realizó de acuerdo a las normas establecidas, las cuales arrojaron los diferentes tipos de alambres a usarse en las conexiones.

La programación para el funcionamiento del sistema eléctrico se lo realizó con un Arduino mega, el cual se encarga de dar las diferentes instrucciones al mecanismo para que realice su correcto funcionamiento.

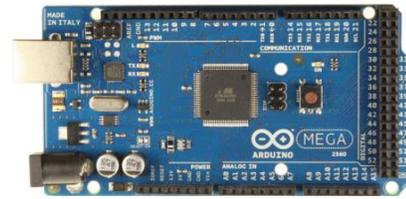


Figura 4. Arduino Mega 2560 [21]

III. RESULTADOS

Una vez descrita la construcción de sistema eléctrico de la plataforma, es necesario comprobar si el sistema funciona cuando un usuario en silla de ruedas desea subir y bajar del bus urbano, para ello es necesario desarrollar un protocolo de pruebas en el cual, se podrá conocer si el sistema, satisface todas las necesidades planteadas y funciona de manera correcta.

Dentro del protocolo de pruebas se va a establecer seis áreas de control, las primeras tres por cada módulo del sistema, las cuales van a permitir observar el desempeño de la máquina, partiendo desde cada uno de sus componentes, y tres más para el funcionamiento completo del sistema sin peso, con el peso de la silla de ruedas y con el peso de la persona en la silla de ruedas.

Las pruebas realizadas dan como resultado la curva de tendencia mostrada en la figura, de la cual se puede concluir que el tiempo máximo que tardará en subir la plataforma es de 23 segundos, y el tiempo total del proceso varía de persona en persona con un tiempo medio estimado de 90 segundos.



Figura 5. Curva de Tiempo vs carga

IV. CONCLUSIONES

- La información obtenida de la parte mecánica de la plataforma facilitó el diseño de la parte eléctrica y de esta manera adquirir todos los dispositivos correspondientes, respetando las normas INE adecuadamente y tomando en cuenta la voz del cliente.
- La construcción e implementación de la parte eléctrica se realizó conforme se indica en las normas, entre ellas la condición de seguridad establecida para que la persona se sienta segura de utilizar el bus como medio de transporte.

- Los elementos eléctricos fueron seleccionados de acuerdo con la seguridad que prestaban al funcionamiento de la plataforma, las cuales cumplían con los requisitos establecidos en las normas INE.
- El sistema eléctrico y electrónico proporciona al sistema de control un dominio total y en tiempo real de la aplicación o funcionamiento de la plataforma, además de la gestión de alarmas y paros de emergencia.
- Se determina que la plataforma cumple con el proceso adecuado para que las personas en silla de ruedas puedan subir al medio de transporte sin ningún problema.

V. RECOMENDACIONES

- Analizar detenidamente los datos obtenidos de la parte mecánica de la plataforma para de esta manera evitar posibles fallas o daños del sistema eléctrico.
- Determinar el correcto funcionamiento de los materiales seleccionados, ya que de esto depende que la condición de seguridad de la plataforma se cumpla.
- Aislar las conexiones eléctricas tanto del mando como de los demás implementos eléctricos para evitar posibles daños que impidan el correcto funcionamiento de la plataforma.
- Realizar las pruebas de funcionamiento adecuadamente y con suma precaución, para ir analizando los posibles fallos que presente la plataforma durante el proceso, los cuales serán corregidos inmediatamente.
- Determinar el funcionamiento de la plataforma una vez corregido los problemas que se presentaron durante las pruebas de funcionamiento.

REFERENCIAS

- [1] V. M. Cristina, «MINISTERIO DE INCLUSIÓN ECONÓMICA Y SOCIAL,» 11 2013. [En línea]. Available: <http://www.inclusion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/11/Modelo-de-Atenci%C3%B3n-de-Discapacidades.pdf>.
- [2] CONADIS, «Registro Nacional de Discapacidades,» 2015. [En línea]. Available: http://www.consejodiscapacidades.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/04/registro_nacional_discapacidades.pdf.
- [3] INEN, 2010. [En línea]. Available: <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.2292.2010.pdf>.
- [4] J. C. C. Hernandez, «Características y necesidades de las personas en situación de dependencia,» [En línea]. Available: https://books.google.com.ec/books?id=wMrKBAAQBAJ&pg=PA198&lpg=PA198&dq=caracteristicas+de+silla+de+ruedas+bimanual&source=bl&ots=Jq0aKjy3eO&sig=57eV_VaHtCxVEhMdeh3oDBFOurw&hl=es&sa=X&sqi=2&ved=0ahUKEwiNuKj3y7nMAhUFwiYKHVZ3A8IQ6AEIHTAB#v=onepage&q=caracte.
- [5] M. d. I. E. y. S. d. Ecuador, «Ministerio de Inclusión Económica y Social del Ecuador,» 2015. [En línea]. Available: <http://www.inclusion.gob.ec/nuevo-mies/>.
- [6] C. F. B. GAVILANEZ, «TESIS DE INGENIERÍA MECÁNICA,» de *Contrucción de un Elevador para silla de ruedas a Instalarse en bus tipo de la ciudad de Quito*, Quito, 2011, p. 3.
- [7] C. F. B. Gavilanes, *Diseño de un Elevador para silla de ruedas a Instalarse en un bus Tipo de la ciudad de Quito*, Quito, Pichcincha, 2011.
- [8] G. G. T. S. Bustamante Villagomez Diego Fernando, *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA PLATAFORMA AUTOMÁTICA Y UTILIZACIÓN DE VISIÓN ARTIFICIAL EN BUSES URBANOS PARA FACILITAR EL ACCESO A PERSONAS QUE UTILIZAN SILLA DE RUEDAS.*, Latacunga, 2015.
- [9] D. F. O. P. Pablo Francisco Arpi Torres, *Diseño y Construcción de un Dispositivo de accesibilidad para silla de ruedas para buses Urbanos*, Cuenca, Azuay, 2015.
- [10] NIVAL, «nival s.l.,» 2008. [En línea]. Available: <http://www.nival.es/plataformasverticales.html>.
- [11] Autoadapt, «Elevadores para Sillas de Ruedas,» 2014. [En línea]. Available: https://www.autoadapt.com/globalassets/docs/brochures/solucion-brochures/wheelchair-lifts/438559_ed1_wheelchair-lifts_brochure_es_screen.pdf.
- [12] S. Siha, «Arquigrafico,» 2014. [En línea]. Available: <http://www.arkigrafico.com/ascensores-para-minusvalidos-y-discapacitados/>.
- [13] INEC, «Informacion Censal Cantonal,» 2010. [En línea]. Available: http://www.inec.gob.ec/cpv/index.php?option=com_content&view=article&id=232&Itemid=128&lang=es.
- [14] Wikipedia, «Wikipedia,» Fundación Wikimedia, Inc., 18 12 2016. [En línea]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/Persona_de_movilidad_reducida.
- [15] D. abc, «Definición abc,» 2007. [En línea]. Available: <http://www.definicionabc.com/general/bus.php>.
- [16] E. Comercio, «EC.COM,» 2014. [En línea]. Available: <http://especiales.elcomercio.com/2014/09/buses-especificaciones/>.
- [17] C. P. Perez, «Prezi,» 21 Julio 2014. [En línea]. Available: <https://prezi.com/4k3i9z5py3uk/autobuses-concepto-y-clases/>.
- [18] C. Stalin, «en cualquier Bus,» 26 Septiembre 2012. [En línea]. Available: <https://enquebusvasvosve.wordpress.com/2012/09/26/bus-en-quito/>.
- [19] J. Quingla, «CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA MECÁNICO DE UNA PLATAFORMA PARA BUSES URBANOS DE LA CIUDAD DE IBARRA QUE FACILITE EL ACCESO DE PERSONAS QUE UTILIZAN SILLA DE RUEDAS”, Ibarra, 2017.

- [20] «Mas que máquinas,» 23 abril 2013. [En línea]. Available: <http://www.masquemaquina.com/2013/04/sistema-hidraulico-centro-abierto-o.html>.
- [21] «Ingemecánica,» 17 enero 2015. [En línea]. Available: <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn212.html>.
- [22] «Marialis Martinez Florez,» 8 agosto 2012. [En línea]. Available: http://marialismartinez30.blogspot.com/2012/08/sistema-tecnologico_8.html.

BIOGRAFÍA DE AUTOR



Autor. – Marco Esteban Meneses Almeida. Nació el 05 de Julio de 1992 en el cantón Antonio Ante. Realizó sus estudios secundarios en el colegio Fiscomisional Sánchez y Cifuentes obteniendo el título de Físico Matemático. Actualmente es egresado de la carrera de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Técnica del Norte de

la ciudad de Ibarra.

Área de interés: Automatización y control industrial, programación microcontroladores, electrónica y robótica.