

# Kit de Bajo Costo para Conversión de Bicicleta Tradicional a Eléctrica

## Low Cost Traditional to Electric Bicycle Conversion Kit

Juan-Carlos Travieso<sup>1</sup>, Emilio Becerra<sup>1</sup>, Sebastián Moya<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Tecnologías Industriales, facultad Tecnológica,  
Universidad de Santiago,  
El Belloto 3735, Santiago, Chile,  
{juancarlos.travieso, emilio.becerra, sebastian.moya}@usach.cl

**Resumen.** Como parte del trabajo del grupo de Investigación de Tecnologías en Automatización de la Facultad Tecnológica de la Universidad de Santiago, se desarrolló un Kit de Bajo Costo para Conversión de Bicicleta Tradicional a Eléctrica. Partiendo de la premisa de evitar realizar modificaciones a una bicicleta convencional, se estudiaron los antecedentes, proyectó, seleccionó, adquirieron las diversas componentes, se ensambló y probó un kit desmontable compuesto por tres baterías, un controlador de velocidad variables y un servomotor de alterna de 250 W. La solución obtenida es considerada la más barata del mercado Chileno, con un costo 49% menor que otra solución existente identificada y a diferencia de esta última, la propuesta funcionaría aun en bicicletas de distintos tamaños.

*Palabras clave:* bicicleta eléctrica, baterías, servomotor, controlador de velocidad variable.

**Abstract.** The group of Research on Automation Technologies, from the Faculty of Technology of the University of Santiago, developed a Low-Cost Kit for Electrical Conversion of Traditional Bicycle. After defined not to make modifications to a conventional bicycle, it was made the background study, the designed, the purchasing, the assembling and testing of a removable kit. It has three batteries, a variable speed driver, and a servomotor of 250 W. The obtained solution works for any sizes of Bicycles, and it is considered to be the cheapest of the Chilean market, costing 49% less than the existing solution.

*Keywords:* Electric bicycle, batteries, servomotor, variable speed driver.

## 1 Introducción

Chile es uno de los 15 países con mayor población urbana del mundo: 8 de cada 10 habitantes vive en la ciudad, de acuerdo a datos del censo 2002. La concentración urbana, sin la planificación y regulación adecuada, genera conflictos derivados de la demanda de uso del suelo urbano para múltiples actividades (residenciales, económico-productivas, de recreación, de servicios, etc.) y la infraestructura de soporte necesaria para esas actividades [1].

Tal vez debido a esta misma situación la cantidad de ciclistas está en aumento en Chile. Particularmente Santiago, su capital, es considerada actualmente la sexta mejor ciudad para ser ciclista en el mundo contando con más de 160 kilómetros construidos de ciclo vías como puede verse en la Fig. 1, y un crecimiento anual en su uso en 20% durante los últimos 10 años. Además se han desarrollado nuevas leyes para seguir promoviendo el uso de ciclovías como la de la Fig. 2 [2].



**Fig. 1.** Mapa de ciclovías de Santiago, Chile (resaltadas en gris oscuro).



**Fig. 2.** Foto de Ciclovía Pocuro, Providencia, Santiago, Chile.

Una investigación del mercado, que se espera que este mercado eléctrico de vehículos de dos ruedas crezca a una tasa anual de 9% al menos hasta el año 2016. Agregando que las ventas mundiales pueden llegar a cifras de 466 millones al 2016 con China dominando el mercado mundial por tener una participación del 56% del mercado [3]. Sólo para Santiago de Chile se estima que si actualmente el 7% de los capitalinos (420 mil personas) se moviliza en bicicleta, suponiendo que el 20% de estas sean eléctricas (84 mil bicicletas eléctricas), y considerando un incremento en un 9%, se espera que el número de bicicletas eléctricas en las calles de Santiago aumenten en 7.560 bicicletas totales durante el año 2016 [4].

Dados estos antecedentes se decidió explorar la manufactura en Chile de un kit para convertir una bicicleta convencional a eléctrica, descrito en [5]. A continuación se identifican los tres tipos principales de bicicletas eléctricas encontradas en el mercado chileno.

### **1.1 Kit Importado con Motor instalado en Rueda Trasera**

Este kit de conversión eléctrica impone el cambio de la rueda trasera por una nueva rueda con servomotor de alterna incorporado, ver Fig. 3[5].



**Fig. 3.** Foto de Bicicleta Eléctrica con motor instalado en rueda trasera.

### **1.2 Kit Importado con Motor instalado en Rueda Delantera**

Otro kit de conversión eléctrica empleado impone el cambio de la rueda delantera por una nueva rueda con servomotor, ver Fig. 4 [5].



**Fig. 4.** Foto de Bicicleta Eléctrica con motor instalado en rueda delantera.

### **1.3 Kit Importado con Motor Acoplado sin Modificar la Bicicleta**

Finalmente se encontró el kit de la Fig. 5 [5] que es desmontable y se acopla a una bicicleta convencional sin modificar la misma.



**Fig. 5.** Foto de Bicicleta con Kit acoplado sin modificar la bicicleta.

El proyecto consideró el desarrollo de un kit como este último que puede instalarse en cualquier bicicleta, independiente del tamaño de la misma pero manufacturada en Chile. Además este evita el desahucio de una rueda contribuyendo más al cuidado del medio ambiente.

#### 1.4 Tabla de Precios Comparativa de Kit para Bicicletas Eléctricas

A continuación se muestra la Tabla 1 con una comparación de los precios de los diversos kits importados encontrados en el mercado Chileno [5].

**Tabla 1.** Comparación de Precios de Kit Importados de Bicicletas Eléctricas.

Tipo de Kit	Potencia 350W	Potencia 500W	Potencia 800W
Motor en Rueda Delantera (Marca Pedelec)	\$295.400	\$299.900	No encontrado
Motor en Rueda Trasera (Marca Pedelec)	\$295.400	\$299.900	No encontrado
Sin Modificar la Bicicleta (Marca Rubbee)	No encontrado	No encontrado	\$585.258

## 2 Proyecto Desarrollado

En esta Sección se describe el proyecto desarrollado en sus distintas etapas, primero se realizaron los cálculos para verificar la potencia requerida y la cantidad de baterías, luego se seleccionaron las componentes, se diseñó e identificó la lista de componentes a adquirir, se procedió con las compras, se ensambló y finalmente probó el kit.

## 2.1 Cálculos

Considerando asistencia al pedaleo, velocidad en plano de 25 km/h, 6 km/h en pendiente de 3°, 15 s de aceleración, y 100kg, la potencia requerida es de 194 W. Luego se verificó que el servomotor trifásico de corriente alterna disponible era de 250 W, potencia en base a la cual se calculó que se necesitarían 3 baterías de 5Ah y 12v, obteniendo una autonomía de 25 km.

## 2.2 Selección de Componentes

### 2.2.1 Selección de Baterías

En la Tabla 2 se comparan las distintas baterías disponibles en el mercado Chileno. Se eligió el Modelo 3 (Batería de plomo Curtiss 5ah 12v Agm de Ciclo Profundo), considerando que es la de menor costo y su bajo peso [5].

**Tabla 2.** Comparación de Baterías del Mercado.

	Material	Capacidad	Salida	Peso	Duración	Precio
<b>Modelo 1</b>	Ion Litio	2.5ah	8,4v	Sin Info	Sin Info	\$17.200
<b>Modelo 2</b>	Ion Litio	3ah	8,4v	Sin Info	Sin Info	\$15.400
<b>Modelo 3</b>	Plomo	5ah	12v – 36v	1,3 kg	25 km	\$7.500
<b>Modelo 4</b>	Plomo	12ah	12v – 36v	4,2 kg	60 km	\$19.221

### 2.2.2 Selección de Motores

Los servomotores [6] identificados en el mercado Chileno que cumplen con los requerimientos del proyecto se muestran en la Tabla 3. Se eligió el Modelo 6 (HobbykingNtm2826-1200 Prop Drive Series) de menor costo [5].

**Tabla 3.** Comparación de Motores del Mercado.

	Peso	Input Voltage	Potencia	Corriente	Precio
<b>Modelo 2</b>	140g	7.4v – 14.8v	375W	41 A	\$34.400
<b>Modelo 3</b>	117g	7.4v – 14.8v	550W	55 A	\$25.400
<b>Modelo 6</b>	57,6g	12v – 15v	250W	18 A	\$19.600

### 2.2.3 Selección del Controlador de Velocidad Variable

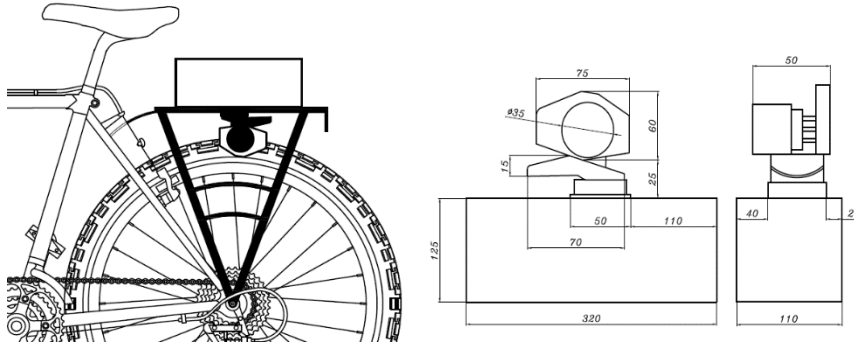
También se identificó y eligió el controlador de velocidad variable [6] modelo 1 (HobbykingTr P40a Turnigy Plush 40amp Speed Controller) que es el más barato. Aunque la ficha técnica no especifica claramente su desempeño con las baterías seleccionadas, las cuales son de Plomo aun así fue seleccionado, y probado en la práctica [5].

**Tabla 4.** Comparación de Controladores de Velocidad Variable del Mercado.

	<b>Peso</b>	<b>Batería Tipo</b>	<b>Corriente</b>	<b>Precio</b>
<b>Modelo1</b>	33g	2-6s (LiPo)	40 A	\$24.500
<b>Modelo2</b>		4-12s (LiPo)	60 A	\$83.600

### 2.3 Diseño Desarrollado

Finalmente el kit se diseñó con las siguientes dimensiones y modo de montaje.



**Fig. 7.** Dimensiones y modo de montaje del kit.

### 2.4 Listado y Adquisición de Materiales

Una vez terminados los cálculos y el diseño, se procedió a listar los materiales conforme lo descrito en la Tabla 5 [5], para luego cotizar y adquirir los mismos.

**Tabla 5.** Lista de Materiales

<b>Producto</b>	<b>Cantidad</b>
Motor, HobbykingNtm 2826-1200 Prop Drive Series	1
Controlador, HobbykingTr P40a Turnig y Plush 40amp	1
Batería de plomo Curtiss 5ah 12v Agm de Ciclo Profundo	3
Otros matriales (Cables, Caja, Fijaciones)	1

### 2.5 Ensamblado, Interconexión y Pruebas

A continuación en la Fig. 8 se muestra el ensamblado preliminar realizado para ratificar las dimensiones [5] que consideró a las tres (3) baterías en paralelo alimentando al controlador de velocidad variable y este a su vez alimentando al motor, de acuerdo a lo descrito en [6].

Luego, una vez ratificadas, se procedió con el ensamblaje y montaje, tal y como se muestra en la Fig. 9.



Fig. 8. Interconexión eléctrica e identificación de dimensiones.



Fig. 9. Kit desarrollado, montado sobre bicicleta convencional.

Las pruebas realizadas fueron satisfactorias, comprobándose los cálculos realizados.

- Autonomía obtenida en zona plana (prácticamente cero pendiente): 26 km
- Autonomía obtenida en zona con pendiente de hasta 3°: 10 km
- Autonomía obtenida en zona 90% plana y 10% con pendiente: 22 km

### 3 Costos

En esta Sección se comparan los costos de la solución existente y propuesta.

Table 6. Tabla de costos comparativa.

Kit considerado (Potencia)	Precio
Kit Existente Importado (350W)	\$295.400
Kit Propuesto de Misma Potencia (350 W)*	\$170.000 (57,2%)
Kit Propuesto (250 W)	\$150.000 (50,8%)

\*Solución diseñada con motor más grande sólo para fines de comparación.

## 4 Conclusiones

Se desarrolló un Kit de Bajo Costo para Conversión de Bicicleta Tradicional a Eléctrica que podría ensamblarse en Chile, siendo un 49% más barato que la solución existente importada. El kit podría montarse en cualquier bicicleta convencional sin importar su tamaño (aro 26, 24, 20, etc.), y está compuesto por tres baterías, un controlador de velocidad variables y un servomotor de alterna de 250 W.

## Referencias

1. Bravo, D., Larrañaga, O., Millán, I., Ruiz, M., Zamorano, F.: Informe Final, Comisión Externa, Revisora Del Censo 2012, [http://www.ine.cl/canales/chile\\_estadistico/censos\\_poblacion\\_vivienda/comision\\_investigadora/nacional/informe\\_final-comision-nacional.pdf](http://www.ine.cl/canales/chile_estadistico/censos_poblacion_vivienda/comision_investigadora/nacional/informe_final-comision-nacional.pdf), Agosto 7, (2013).
2. Subsecretaría de Transporte, Plan Maestro de Transporte de Santiago 2025, [http://www.mtt.gob.cl/wp-content/uploads/2014/02/plan\\_maestro\\_2025\\_2.pdf](http://www.mtt.gob.cl/wp-content/uploads/2014/02/plan_maestro_2025_2.pdf), Febrero (2014).
3. Hurst, D., Gartner, J.: Executive Summary, Global Market Opportunities, Barriers, Technology Issues, and Demand Forecasts for E-Bicycles, Pedal-Assist Bicycles, and E-Bicycle Batteries and Motors, <http://www.navigantresearch.com/wp-content/uploads/2013/03/EBIKE-13-Executive-Summary.pdf>, PikeResearch, Published 1Q (2013) 1 - 75.
4. Del Campo, V.: Santiago pedalea, El 7% de los capitalinos se moviliza en bicicleta, <http://ambiental.unab.cl/2013/05/santiago-pedalea-el-7-de-los-capitalinos-se-moviliza-en-bicicleta/>, vdelcampo@unab.cl, Centro de Sustentabilidad, Universidad Andrés Bello, Publicado el 28 mayo (2013).
5. Becerra, E. y Moya, S.: Proyecto de Kit de Bajo Costo para Conversión de Bicicleta Tradicional a Eléctrica, Trabajo de Titulación para optar al Título Profesional de Tecnólogo en Automatización Industrial. Universidad de Santiago, Chile, (2015).
6. Thiyagarajan, V. and Sekar, V.: "Controlling of brushless dc motors in electric Bicycles using electronic based circuit with 8-bit Microcontroller", International Journal of Engineering Sciences & Emerging Technologies, ISSN: 2231 – 6604 Volume 4, Issue 1, Dec. (2012), 26- 34.