Bicitronik

Bicitronik

DOI: 10.46932/sfjdv3n1-039

Received in: Dec 30st, 2021

Accepted in: Jan 1th, 2022

Omar García de la Rosa

Dr. en Administración y Políticas Públicas.

Tecnológico Nacional de México “campus Toluca”, Metepec México.

Av. Tecnológico S/N, col. Agrícola Bellavista, Metepec Edo. Méx., México. C.P. 52149

E-mail: omargarcia_1978@hotmail.com

María de Lourdes Olivares Estrada

Dr. en Administración y Políticas Públicas.

Centro de Estudios Tecnológicos Industrial y de Servicios No. 64, Toluca, México.

Av. Benito Juárez Esq. Juan Escutia S/N, Col. San Mateo Oxtotitlán, Toluca Edo. Méx., México. C.P. 50100

E-mail: mloe09@yahoo.com.mx

Héctor García de la Rosa

Dr. en Administración y Políticas Públicas.

Tecnológico Nacional de México “campus Toluca”, Metepec México.

Av. Tecnológico S/N, col. Agrícola Bellavista, Metepec Edo. Méx., México. C.P. 52149

E-mail: hegar71@yahoo.com.mx

Ceciliano Hernández Leonardo

Maestría en Ciencias (Física).

Tecnológico Nacional de México “campus Toluca”, Metepec México.

Av. Tecnológico S/N, col. Agrícola Bellavista, Metepec Edo. Méx., México. C.P. 52149

E-mail: lcecilianoh@toluca.tecnm.mx

RESUMEN

La bicicleta se ha convertido en un medio de transporte muy importante a nivel mundial, ya que en las grandes ciudades el uso masivo de vehículos con motores de combustión interna sobre todo en transporte público y particular han ocasionado muchos problemas de contaminación y daño al medio ambiente. Estos problemas han ocasionado que la bicicleta se convierta en un medio de transporte opcional para la población, con lo que se abaten los índices de contaminación porque no se quema combustible en este trabajo se modificó una bicicleta mediante un sistema electromecánico para que se pueda utilizar como medio de transporte económico, ecológico y social. La bicicleta parte del reposo con el operador impulsada por medio de los pedales y a partir de ese momento un alternador eléctrico comienza a producir energía, conforme se incrementa la velocidad del móvil se incrementa también la velocidad en un interruptor centrífugo que va acoplado al alternador el cual, al llegar a su velocidad de disparo, energiza sus contactos, acoplando eléctricamente a un motor eléctrico el cuál releva la función del operador. Cuando el operador requiera detenerse o frenar solamente aplica los frenos y al perder velocidad el motor se desacopla automáticamente volviendo al sistema a su estado original. Si se requiere nuevamente aumentar la velocidad solamente se pedalea y el sistema se acopla automáticamente.

En este trabajo fue posible la conversión de una bicicleta convencional a una bicicleta semiautomática, logrando el movimiento sin la contaminación del medio ambiente

Palabras claves: Bicicleta, generador eléctrico, motor eléctrico, interruptor centrífugo, velocidad.

ABSTRACT

The bicycle has become a very important mean of global transport, considering that in the big cities the massive use of vehicles with internal combustion engines in public and private transport have caused many problems of pollution and environmental damage. These problems have caused the bike to become an optional way of transport, so that contamination rates are lowered because no fuel is burned. In this paper a bike was modified with an electromechanical system that can be used as a mean of economic, ecological and social transport. The bicycle starts from a resting position and driven by pedals moved by an operator an electrical alternator begins to produce energy, as the mobile speed increases the speed in a centrifugal switch that is coupled to the alternator also increases, when it reaches its shutter speed energizes its contacts, electrically coupling to an electric motor which relieves the operator function. When the operator requires stopping or slowing down the sole application of the brakes has to be applied, automatically disengaging the system back to its original state. If the operator needs to speed up again with the mere action of pedaling the electric system will couple with the system again automatically.

Keywords: Bicycle, electric generator, electric motor, centrifugal switch, speed.

1 INTRODUCCIÓN

Tomando en cuenta trabajos como el de Osorio [1], quien desarrolló una investigación con una bicicleta fija a la cual se le adaptó un alternador conectado a un acumulador de automóvil obteniendo electricidad para usarla en alumbrado.

Por otra parte, Guanga, Vera y Sotomayor [2] realizaron el estudio e implementación de un sistema motriz para bicicletas, que contribuye al desarrollo de la bicicleta como medio alternativo de transporte, disminuyendo el esfuerzo de pedaleo del ciclista en su desplazamiento. Diseñaron, construyeron e implementaron dos módulos, totalmente extraíbles y adaptables a cualquier vehículo sin motor de dos ruedas, uno electromecánico que transforma las acciones de control en movimiento por medio de un motor de DC que va montado directamente en el eje de los pedales y actúa sobre la rueda a través de la misma cadena, y otro electrónico que controla la velocidad del motor dependiendo del esfuerzo ejercido en los pedales y la velocidad de pedaleo. Los resultados de las pruebas demuestran que el hardware y el software diseñados combinan y aprovechan al máximo las dos fuentes de energía, muscular y eléctrica en una bicicleta.

También Cañibano et al. [3] desarrollaron un vehículo en forma de triciclo con una configuración (2+1), es decir, dos ruedas en el eje delantero y una en el trasero. Las ruedas delanteras son las directrices y la trasera la motriz, en cuyo eje va implementado el motor que proporciona la asistencia al pedaleo. Según sus requerimientos instalaron un motor tipo brushless de 36V y 250W, este motor se alimenta de

una batería de 36V y 10Ah. Este sistema de asistencia, sólo entra en funcionamiento cuando el usuario se encuentra pedaleando y se desactiva automáticamente, en los siguientes casos: Cuando el usuario deja de pedalear, cuando el vehículo supera la velocidad 25 Km/h o en el instante en el que el usuario utiliza los frenos del vehículo.

En la presente investigación se desarrolló un sistema que consiste en adaptar la transmisión de una bicicleta a un motor eléctrico por medio de un interruptor centrífugo. La bicicleta parte del reposo con el operador impulsándola por medio de los pedales, al ir aumentando la velocidad del móvil y alcanzar la velocidad de disparo del interruptor centrífugo, se acoplará automáticamente el motor, relevando ahora al operador y cuando el operador requiera detenerse o reducir la velocidad, al aplicar los frenos, la bicicleta pierde velocidad afectando la posición del interruptor centrífugo y desacoplando al motor. Todo el tiempo que la bicicleta gira se estará produciendo energía eléctrica a través de un alternador para la alimentación del motor. Para ello es necesario un estudio dinámico, es decir, conocer el ímpetu, torque, relaciones de velocidad y potencia que intervienen.

2 ANTECEDENTES

El presente trabajo toma como base las máquinas de corriente continua (cc) tanto motoras como generadoras acopladas mediante un interruptor centrífugo, de acuerdo con Ramos [4] se tomaron en cuenta que los dos principios fundamentales en los que se basa cualquier máquina que transforma la energía mecánica en energía eléctrica (generador electromagnético) son los siguientes.

- 1) Cuando un conductor que se encuentra situado en el interior de un campo magnético se mueve de tal forma que corta líneas de flujo magnético, se genera en él una fuerza electromotriz (fem).
- 2) Al circular una corriente eléctrica a través de un conductor situado dentro de un campo magnético, se produce una fuerza mecánica que tiende a mover al conductor en dirección perpendicular a la corriente y al campo magnético como se muestra en la figura 1.

Figura 1 Generación de una Fuerza electromotriz

En las máquinas rotativas, los conductores se montan paralelos al eje de rotación y sobre el inducido, como se representa en la figura2.

Figura 2 Maquina Rotativa

Cuando el inducido se encuentra girando, los conductores (C) cortan las líneas de campo magnético, de este modo se genera en ellos una fem. Los puntos y las cruces representados en las secciones de los conductores (C) indican el sentido de la fem generada cuando el inducido gira en sentido contrario a las agujas del reloj.

La diferencia fundamental entre un generador y un motor de corriente continua es simplemente el tipo de conversión de energía que realizan porque los componentes son básicamente los mismos. Todas las máquinas eléctricas, tanto las de corriente continua como las de corriente alterna, funcionan según los mismos principios básicos y sólo unas pocas leyes fundamentales gobiernan el comportamiento de estas máquinas. Es conveniente tener un conocimiento sobre estas leyes fundamentales para el estudio de las máquinas eléctricas:

- 1.- Ley de inducción de Faraday.
- 2.- Ley de Kirchhoff del circuito eléctrico.
- 3.- Ley del circuito del campo magnético (ley de Ampere).
- 4.- Ley de la fuerza ejercida sobre un conductor en un campo magnético (ley de Biot y Savart).

En función de lo anterior la figura 3 presenta los componentes de las maquinas eléctricas rotatorias:

Figura 3 Componentes de máquinas eléctricas.

Con el conocimiento y la manipulación de las maquinas eléctricas de cc, el desarrollo de esta investigación se sitúa en el acoplamiento del sistema con tendencia a la parte mecánica como lo realizado por Núñez [5].

3 DESARROLLO DEL TEMA

En un diagrama de cuerpo libre podemos relacionar el peso del usuario, las dimensiones de la bicicleta, las condiciones de desplazamiento y obtener las fuerzas de impulsión, velocidad angular hasta llegar a la potencia mecánica y posteriormente se debe empatar este concepto con la potencia eléctrica recordemos que la energía no se crea ni se destruye solo se transforma, de acuerdo a los parámetros eléctricos presentes, se deberá de seleccionar el motor eléctrico de acuerdo a los sistemas eléctricos comerciales o existentes en el mercado. Debemos tener presente que vamos a realizar ajustes en la transmisión de velocidad y nos remitiremos a el estudio de estos mecanismos.

Si se considera que se tiene una masa de 70 kg de la persona y una masa de 10 kg de la bicicleta, entonces da una masa total a mover de 80 kg. Considerando que el peso del sistema está dado por la ecuación 1:

$$W = mg \quad \dots\dots\dots (1)$$

Se obtuvieron 784.8N. Considerando que la bicicleta tiene dos apoyos entonces sobre cada rueda se lleva una carga como lo indica figura 4

Como debemos impulsar al sistema motriz el cual contiene dos ruedas entonces se considera que el peso total del sistema es de 784.8 N el cual se distribuye en dos fuerzas de 392.4 N de acuerdo a las reacciones mostradas en la figura 4, y como el sistema está en equilibrio entonces cumple con la ecuación 2:

$$\sum F_y = 0, \sum F_x = 0 \quad \dots\dots\dots (2)$$

0.

Obteniendo que las fuerzas de reacción son simétricas.

Aprovechando que se conoce la masa corporal de la persona (70Kg) se puede calcular el torque que la persona realizara sobre el pedal de la bicicleta el cual tiene 0.15 m de longitud y que se coloca a 45° con respecto a la horizontal y vertical, bajo el supuesto que el operario de la bicicleta inicia el movimiento descansando todo el peso del cuerpo sobre el pedal.

Si la masa corporal del hombre es de 70kg según Paul [6] produce una fuerza sobre el pedal de acuerdo con la ecuación (1) de 686.7N. Pero como la fuerza debe ser perpendicular u ortogonal a la distancia que se aplica entonces se considera el ángulo de 45 grados y se aplica la definición de coseno, considerando las propiedades trigonométricas del triángulo rectángulo que se forma según la figura 5.

Figura 5 Aplicación de la fuerza sobre el pedal

Lo que produce que la fuerza sobre el pedal se transforme en 485.57 N y entonces el torque o momento:

$$M = F \times d \dots\dots\dots (2)$$

Da como resultado: $M = 72.8355 \text{ N} \cdot \text{m}$

Se realizaron algunas pruebas de campo considerando el ángulo de 45° del pedal y la persona de 70 Kg recorriendo una distancia X de 10m partiendo del reposo y tomando el tiempo t en que se desarrolló el movimiento y considerando que:

$$v = \frac{dx}{dt} \dots\dots\dots (3)$$

Obteniendo los siguientes datos como lo muestra la tabla 1

Tabla 1 Datos para cálculo de velocidad

X(m)	10	10	10	10	10	10	10
t(s)	3.2	3.2	3.0	3.2	3.3	3.2	3.1

En la figura 6 se aprecia la toma de pruebas de velocidad y tiempo:

Figura 6 Pruebas basicas de velocidad.

Por otra parte, para partir del reposo se requiere aplicar la fuerza mediante un impulso, ímpetu o cantidad de movimiento para ir de 0 a 30 km/h de acuerdo con

$$m_1v_1 + \Delta F_y t = m_2v_2 \dots\dots\dots (4)$$

El primer término se elimina porque partimos del reposo, por lo tanto, tenemos:

$$\Delta F_y t = m_2v_2 \dots\dots\dots (5)$$

De donde $F_y = 81.25 \text{ N}$ que es menor que la fuerza aplicada en el pedal $F = 485:57 \text{ N}$
Considerando que se han realizado los siguientes cálculos;

Fuerza sobre el pedal 687.7N, Fuerza de impulsión 485N, fuerza para máxima velocidad 486 N, torque sobre el eje del pedal 72.73 Nm, torque para la máxima velocidad de 27.29 N.m, velocidad angular 241.14 rpm, velocidad lineal 30 Km/h, Potencia 689 watts y con las pruebas realizadas en campo (figura 7) de las cuales la bicicleta se desplazó 1 km en 1.48 minutos. Obteniendo 33.3 km/h lo que se acerca a lo propuesto.

Figura 7 Pruebas de campo

Como el propósito de este proyecto es lograr una bicicleta electromecánica por medio del acoplamiento del sistema de transmisión mecánica con un motor eléctrico, procedemos a la selección del motor y transmisión con base a los cálculos y especificaciones de fabricantes.

Se verificó la velocidad de giro del motor eléctrico con un tacómetro y la corriente consumida según figuras 8 y 9

Figura 8 Medición de velocidad angular

Figura 9 Prueba de voltaje

Se seleccionó un motor de 1500 rpm y se acopló a una transmisión por banda y poleas con una relación de transmisión de 6 para obtener 250 rpm sobre la polea impulsada. Así mismo se seleccionó la transmisión para el alternador considerando la velocidad de giro de la bicicleta para lograr la velocidad de generación en el alternador considerando una relación de transmisión de velocidad de 3 como se muestra en las figuras 10 y 11 (habiendo seleccionado un alternador de uso automotriz que considera de 600-700 rpm en ralentí).

Figura 10 Transmisión para el alternador

Figura 11 Transmisión para el motor

Finalmente se realizó el acoplamiento entre el generador y el motor eléctrico utilizando un relevador R que es activado por un interruptor centrífugo que aproximadamente a las 1125 rpms o 75% de velocidad nominal del motor entrara en funcionamiento, en la figura 12 se aprecia el diagrama de conexión eléctrica.

Figura 12 Diagrama de conexión de interruptor

4 RESULTADOS Y ANALISIS

Después de haber realizado algunas pruebas del funcionamiento nos percatamos que la transmisión flexible seleccionada no cumplió con lo requerido y se optó por una transmisión con características cinemáticas similares pero del tipo rígida y el motor necesitaba dos tensores para que este quedara fijo y permitiera el funcionamiento adecuado de la cadena. Por otra parte, se simplificó el armado de la transmisión mecánica puesto que se montaron las dos máquinas eléctricas sobre la catarina de movimiento del eje de la bicicleta a una sola cadena ya que cada máquina tiene diferente medida de catarina de acoplamiento, resultando un correcto funcionamiento. En la figura 13 se observa el acoplamiento por cadena de la transmisión mecánica.

Figura 13 Acoplamiento de cadena

La figura 14 muestra la adecuación de tensores sobre el motor.

Figura 14 Cadena con tensión

Una vez que realizamos los ajustes necesarios, instalamos el interruptor centrífugo y el contacto que permitieron el funcionamiento y acoplamiento del motor con la transmisión.

Figura 15 Instalación de interruptor centrífugo

Después de haber detectado que hacían falta los tensores nos percatamos que también era necesario ponerles unos soportes a los costados del eje para poder apoyar la bicicleta en unas torres para realizar las pruebas en vacío. Después de haber realizado todos los cambios para lograr que la bicicleta funcionara de acuerdo a lo planeado se logró obtener un prototipo aproximado a lo deseado.

Figura 16 Soportes

5 CONCLUSIONES

Fue posible acoplar al funcionamiento de una bicicleta convencional un sistema electromecánico, logrando la generación de energía eléctrica y activando un motor eléctrico. Se pudo comprobar el principio de conservación de la energía de mecánica a eléctrica (generador) y de eléctrica a mecánica (motor). Este resultado se aproxima a lo planeado originalmente, sin embargo, a lo largo de la investigación surgen cosas como que los cálculos en ocasiones son situaciones ideales como la designación de transmisión flexible que teóricamente era idónea sin embargo sobre la marcha se tuvo que reemplazar por una transmisión rígida, es decir se realizó el acoplamiento con bandas-poleas y posteriormente se realizó un cambio con cadenas-catarinas, para reducir el deslizamiento. Otro factor importante es el de realizar análisis de resistencia o de tipo estático porque al momento de realizar el ensamble de algunos componentes no soportaban los niveles de aplicación de carga y se deformaron, si se realiza una simulación virtual de los componentes se puede plantear de una mejor manera el prototipo. Las Pruebas en vacío funcionaron adecuadamente sin embargo se observó que algunos componentes alteraron sus condiciones de funcionamiento, como el motor que presento aumento en la temperatura, por lo que no se realizaron pruebas con carga; El Interruptor centrífugo que es la pieza clave del acoplamiento realizó un trabajo excelente, porque se obtuvo una respuesta a la entrada y salida de la energía eléctrica en el momento adecuado de acuerdo con la velocidad de impulsión o al frenado. Es importante mencionar que el balanceo dinámico de los componentes juega un papel importante, ya que, al trabajar con ejes de rotación a velocidades altas, cualquier desalineación en los acoplamientos por soldadura puede generar vibraciones que no siempre se contemplan durante el análisis.

Es posible encontrar mejoras a este proyecto mediante ajustes en el acoplamiento mecánico, al sistema eléctrico mediante un motor directo a la rueda de tracción, modificaciones al eje delantero, entre algunas cosas, Sin embargo, el punto principal es que se obtuvo un prototipo de Bicicleta Híbrida (Bicitronik) que puede ser la base de mejores investigaciones

Figura 17 Bicitronik

REFERENCIAS

- [1] Osorio A., Generador Eléctrico Accionado por Fuerza Humana: Una nueva Alternativa de Generación de Energía.
- [2] Guanga H. J. S., Vera V. J.A., Sotomayor O. N. G., Estudio e Implementación de un Sistema Motriz para Bicicletas, AJIEE, 2006, p.1-11.
- [3] Cañibano A. E., Sanz L. J., Romo G. J., González H., Gutiérrez D. J., Merino S. J.C., Diseño y Desarrollo de un Vehículo de Tres Ruedas con Asistencia Eléctrica al Pedaleo, Asociación Española de Ingeniería Mecánica, 2012, p.1-8.
- [4] Ramos O. F., Descripción general de las Máquinas Eléctricas, 2011, p. 12-24.
- [5] Núñez, C.F.; Flores, J.O. Diseño de un sistema de generación de energía eléctrica a partir de bicicletas estáticas, Tesis de Licenciatura, Universidad Industrial de Santander, (2011).
- [6] Paul E. T; Valdez V, L, A., **Física conceptos y aplicaciones**, 7a, ed. México, Mc Graw Hill, (2001).