

¿Frenar o Generar? Mejor las dos

CIN2015A20054

Centro Universitario México, A.C.

Autores:

Carlos Alberto Ayora Durán

Naomi Furukawa Mishima

Fabián Orduña Ferreira

José Miguel Saavedra Aguilar

Asesor:

Jesús Flores Téllez

Área de conocimiento:

Ciencias Fisicomatemáticas y de las Ingenierías

Disciplina:

Física

Tipo de Investigación:

Desarrollo Tecnológico

Lugar y Fecha:

México, D.F. a 20 de febrero de 2015

RESUMEN

La base del transporte de nuestra sociedad es el automóvil, el cual funciona a base de la conversión de la energía producida en la combustión de la gasolina a energía cinética y eléctrica. Lamentablemente, se presentan tres inconveniencias:

1. La energía producida por la combustión no se aprovecha al 100% ya que la mayor parte de dicha energía es perdida en forma de energía calorífica.
 2. Gran parte de la energía cinética es desperdiciada en el momento del frenado.
 3. Como su fuente de energía es la combustión, contamina el ambiente.
- Por lo tanto se puede decir que el automóvil no es un transporte muy eficiente.

Lo que proponemos es convertir la energía cinética perdida al momento del frenado a energía eléctrica y almacenarla para ser utilizada posteriormente en las diversas funciones eléctricas y electrónicas del vehículo.

Nuestro prototipo consta, de un sistema de engranes tipo planetario que se colocan en una rueda de madera, y conecta su movimiento a su eje de rotación en el momento del frenado. Y el eje a su vez transfiere la energía cinética a un dínamo que producirá electricidad, mientras detiene a la rueda.

Los beneficios de nuestro proyecto son:

1. El sistema va a ser mucho más eficiente, ya que la mayor parte de la energía eléctrica producida por nuestro prototipo podrá ser convertida a energía cinética.
2. El sistema va a disminuir la cantidad de gasolina que se requiere para el funcionamiento del automóvil, por lo cual va a producir menos contaminantes.

ABSTRACT

The base of transportation in our society is automobile, which works by processing the energy produced in the combustion process into kinetic and electric energy. Unfortunately, this brings 3 disadvantages:

1. The energy produced by combustion isn't used at 100% because the majority of the energy is wasted in calorific energy.
2. Much part of the kinetic energy is wasted by the braking action.
3. As the source of energy is combustion, this pollutes the environment.

So it can be inferred that automobile is not a very efficient transport.

What we propose is a way to recover the kinetic energy wasted at the moment of braking and transform it into electric energy and store it for future uses of the electric and electronic functions of the vehicle.

Our prototype has a planetary type of gears which are put in a wood wheel , and connects their movement to the rotation axis at the moment of braking. The axis on its own transports the kinetic energy to a dinamo that will produce electricity while stopping the wheel.

The benefits of our project are:

- 1.The system will much efficient, because the mejor part of the electric energy produced by our system could be converted into kinetic energy.
- 2.The system will reduce the gasoline quantity needed for the automobile functionality, so this will produce less contaminants.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El medio de transporte más utilizado en el mundo, es el automóvil. En México se han registrado 24, 819,524 automóviles hasta el año 2013. Los automóviles, en su gran mayoría, utilizan combustibles fósiles derivados del petróleo, lo cual, genera repercusiones tanto a nivel económico, como a nivel ambiental.

Parte de la energía empleada para el movimiento de estos vehículos, se pierde como energía calorífica en el momento en que estos, sufren una desaceleración por la acción de los frenos.

Es por esto que hemos decidido desarrollar un sistema de frenado que sea capaz de transformar la energía cinética del auto, en energía eléctrica útil para el mismo.

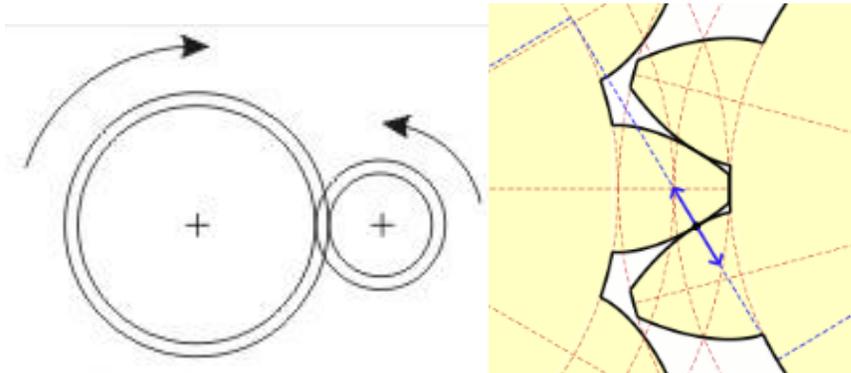
HIPÓTESIS

Si en el frenado de un auto transferimos la energía cinética a un dínamo, a partir de un sistema de engranes que se conecte al eje de la rueda y el cual se accione en el momento de frenado; entonces podremos transformar la energía cinética que se pierde en forma de calor al momento del frenado a energía eléctrica.

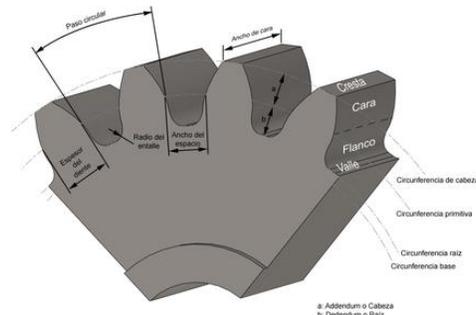
MARCO TEÓRICO

SISTEMAS DE ENGRANAJES

Este sistema de transmisión de movimiento está constituido por el acoplamiento, diente a diente, de dos ruedas dentadas, una motriz y otra conducida. A la mayor se le llama corona y a la menor piñón.



En los engranajes se deben diferenciar las siguientes partes, que definen al propio engranaje y al diente:



4. **Módulo.** Se define como la relación entre la medida del diámetro primitivo expresado en milímetros y el número de dientes. El tamaño de los dientes está normalizado. El módulo está indicado por números. Dos engranajes que engranen deben tener el mismo módulo.
5. **Diente de un engranaje.** Son los que efectúan el esfuerzo de empuje y transmiten la potencia desde el eje motriz al conducido. Su perfil lo constituyen dos curvas evolventes de círculo, simétricas respecto al eje que pasa por el centro del mismo.
6. **Circunferencia primitiva.** Es la circunferencia a lo largo de la cual engranan los dientes. Es la magnitud básica de la que se derivan todas las demás características del engranaje.
7. **Paso circular.** Es la longitud de la circunferencia primitiva correspondiente a un diente y un vano consecutivos.
8. **Espesor del diente.** Es el grosor del diente en la zona de contacto, o sea, del diámetro primitivo.
9. **Número de dientes.** Es el número de dientes que tiene el engranaje. Se simboliza con la letra Z. Es fundamental para calcular la relación de transmisión.
10. **Diámetro exterior.** Es el diámetro de la circunferencia que limita la parte exterior del engranaje.
11. **Diámetro interior.** Es el diámetro de la circunferencia que limita el pie del diente.
12. **Pie del diente o dedendum.** Es la parte del diente comprendida entre la circunferencia interior y la circunferencia primitiva.

13. **Cabeza del diente o adendum.** Es la parte del diente comprendida entre el diámetro exterior y el diámetro primitivo.
14. **Flanco.** Es la cara interior del diente, es decir su zona de rozamiento.
15. **Altura del diente.** Es la suma de la altura de la cabeza (adendum) más la altura del pie (dedendum).
16. **Ángulo de presión.** Es el que forma la línea de acción con la tangente a la circunferencia de paso. Se representa con la letra ϕ , y 20° ó 25° son los ángulos normalizados.
17. **Largo del diente.** Es la longitud que tiene el diente del engranaje
18. **Distancia entre centro de dos engranajes.** Es la distancia que hay entre los centros de las circunferencias de los engranajes.
19. **Relación de transmisión.** Es la relación de giro que existe entre el piñón conductor y la rueda conducida, puede ser reductora de velocidad o multiplicadora de velocidad.

SUSPENSIONES TRASERAS DE EJE RÍGIDO

Eje rígido en ruedas traseras no motrices

Esta es la solución más habitual en los vehículos comerciales con que hoy en día nos podemos encontrar. El eje se materializa mediante un tubo ligero que une las dos ruedas asegurando un ancho de vía constante. Este sistema, al no tener que alojar elementos de transmisión resulta mucho más sencillo a la vez que más barato que el anterior. Además introduce un mayor grado de confort y una mayor estabilidad al reducir considerablemente las masas no suspendidas, además de evitar los movimientos verticales de la parte trasera de la carrocería en las frenadas, de forma que el centro de rotación del vehículo está siempre a la misma altura sobre el suelo.

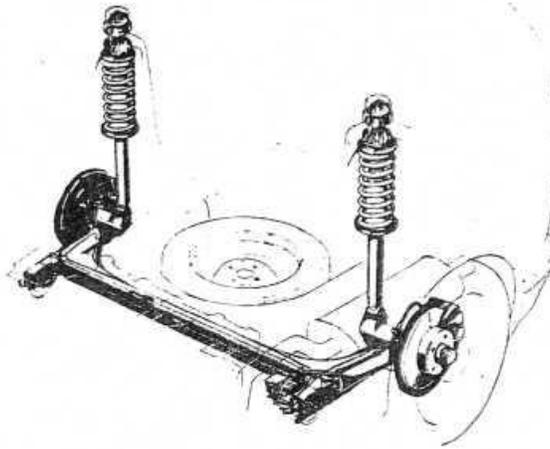


Figura 11.8. Eje trasero y suspensión de un SEAT Ibiza.

SISTEMAS DE FRENADO

El efecto de frenado consiste en absorber la energía cinética producida por el movimiento del vehículo. Esta absorción se realiza por fricción entre dos piezas de elevado coeficiente de rozamiento, una de ellas fija, como son las **pastillasde freno** las **zapatas**, y la otra móvil, que pueden ser los **discosde freno** los **tambores**, según se empleen frenos de **tamboro frenos de disco**, que se montan en cada una de las ruedas del vehículo.

El rozamiento entre sí de estos dos elementos detiene el movimiento de las ruedas y transforma la energía de movimiento en calor, que es disipado a la atmósfera por las corrientes de aire que circulan a través de ellos durante el desplazamiento del vehículo.

FRENOS DE DISCO

El freno de disco es el adoptado en la mayoría de los vehículos de turismo, su acción de frenado es más enérgica que la del freno de tambor, obteniéndose, por tanto, un menor tiempo de frenado que se traduce en una menor distancia de parada. Esto es debido a que los elementos de fricción van montados al aire y por tanto al disponer de mejor refrigeración, la absorción de energía y su transformación en calor, se realiza más rápidamente.

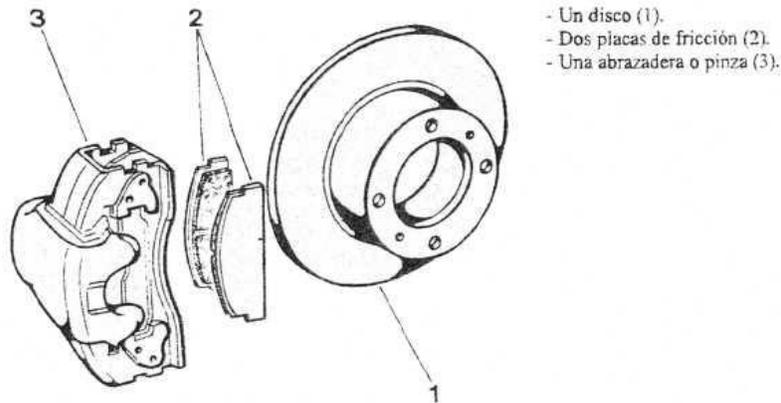


Figura 12.37. Elementos constituyentes de un freno de disco.

El disco es solidario con el eje de la rueda y queda alojado dentro de la abrazadera, sobre cuyos dos brazos están dispuestas sendas placas de fricción. El funcionamiento del conjunto es el siguiente: mediante el sistema de mando se aplica un determinado esfuerzo sobre los émbolos, alojados en los cilindros de la abrazadera. Estos empujan a las placas de fricción que se desplazan y entran en contacto con el disco sobre el cual ejercen el esfuerzo recibido a través del émbolo, el rozamiento entre el disco y las placas de fricción determina el efecto frenante.

Para la obtención de la fuerza de frenado que actúa en los frenos de disco, se supondrá que la componente centrífuga que actúa sobre las placas es nula, que el empuje se aplica sobre el centro de gravedad de la placa y que la presión en esta es uniforme, así que la *fuerza de frenado es igual a la fuerza tangencial de rozamiento*.

Fuerza de frenado:

$$R = F.p$$

Momento de frenado:

$$M = F.p.r$$

La fuerza de frenado en el suelo es:

$$Ff_s = M/R = F \cdot r \cdot p/R$$

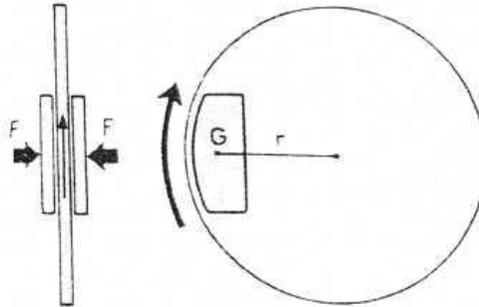


Figura 12.39. Disposición esquemática de las fuerzas de frenado en un freno de disco.

DÍNAMO Y CONVERSORES

En este texto se hablara sobre el funcionamiento de un dinamo y un convertor. Como introducción, las 2 tienen su fundamento en la teoría de inducción electromagnética de Faraday. La diferencia entre estas 2 consiste en que una genera corriente directa y la otra genera una alterna.

1. Ley de la inducción electromagnética de Faraday

Empezaremos explicando el primer punto, la ley de inducción electromagnética de Faraday consiste en el fenómeno en que si se le acerca un imán a una bobina, se va a generar una corriente eléctrica inducida por el cambio del campo magnético de la bobina por el imán.

El voltaje de la corriente es directamente proporcional a los siguientes factores:

1. Velocidad con la que se mueve el imán.
2. Intensidad de la fuerza magnética del imán.

La dirección de la corriente generada depende de la dirección del campo magnético del imán.

El voltaje o la fem inducida de dicha corriente es determinada por la siguiente formula:

$$\varepsilon(t) = -\Delta\varphi/dt = -d\lambda/dt$$

Donde ε = fem inducida, N = número de vueltas que tiene la bobina, $\Delta\varphi$ = intensidad del flujo magnético y λ = enlazamientos del flujo. Tiene el signo negativo porque ε es considerada como una elevación de voltaje y se opone al voltaje aplicado en cada instante de tiempo. En otras palabras la presencia del signo negativo depende de la manera en que se escoge la dirección de referencia de los voltajes.

2. Corriente directa y alterna.

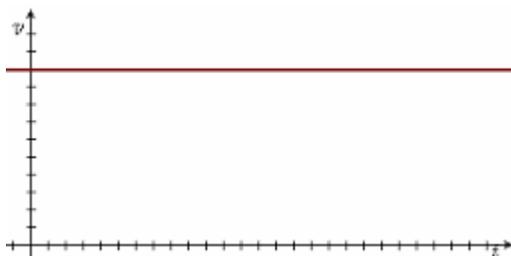
Una corriente es el flujo de los electrones libres dentro de un conductor generado por una diferencia de potencia. Si la polaridad de dicha diferencia no varía, entonces la corriente fluirá solo a una dirección, en cambio, si la polaridad de la diferencia varía, la dirección de la corriente también varía.

Considerando lo dicho, podemos definir la corriente alterna y directa de la siguiente forma:

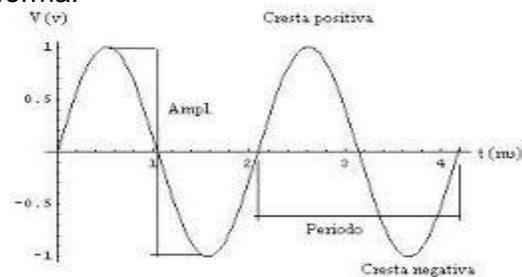
Corriente directa: es aquella que su voltaje se mantiene positiva (la corriente fluye a una misma dirección.)

Corriente alterna: es aquella que su voltaje cambia de positivo a negativo con un periodo determinado (la corriente primero fluye a una dirección y luego cambia a otra periódicamente).

Gráficamente se representan de la siguiente forma:



Corriente directa



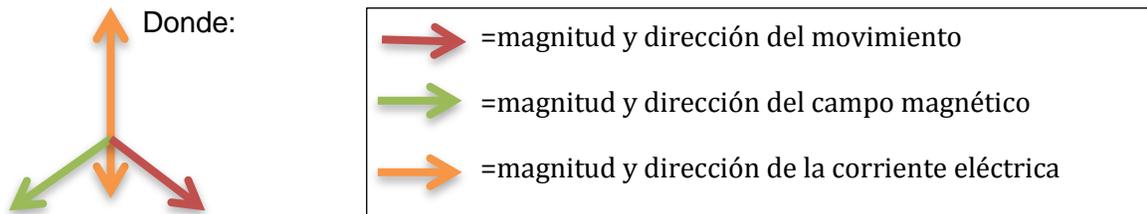
Corriente alterna

Como se puede ver en las gráficas, la corriente directa tiene una gráfica de una constante ya que ésta no cambia de magnitud ni de dirección y la gráfica de la corriente alterna tiene una forma senoidal ya que ésta sí cambia su magnitud y su sentido.

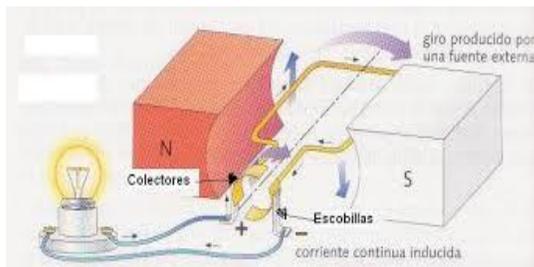
3. Dinamo y alternador

Ya sea un dinamo o un alternador, son llamados “generadores” porque ambos generan corriente eléctrica y su funcionamiento se debe a la ley de la inducción electromagnética de Faraday.

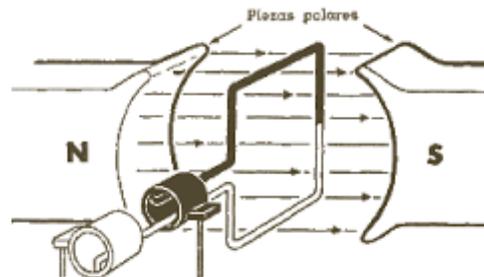
En el punto 1 no se mencionó que también se puede generar una corriente eléctrica moviendo una bobina dentro de un campo magnético. El sentido de la corriente generada es el producto cruz de la dirección del campo magnético y la dirección a la que se mueve la bobina:



Un dinamo es un generador de corriente eléctrica directa y un alternador es un generador de corriente eléctrica alterna y tienen las siguientes formas:



En esta figura se presenta un generador de corriente directa o dinamo básico. Como se puede observar presenta una ruptura en la rueda, esto es para que cuando el sentido del movimiento cambie, no cambie la dirección de la corriente eléctrica para producir una corriente directa.



En esta figura se presenta un generador de corriente alterna o un alternador básico. Y como se puede observar en vez de una ruptura, tiene 2 anillos, esto es para que cuando cambie el sentido del movimiento, cambie la dirección de la corriente para producir una corriente alterna.

OBJETIVO GENERAL

Impedir que la energía cinética de un auto en movimiento, se convierta en calor en el momento de frenado y en su lugar se convierta en energía eléctrica.

OBJETIVO ESPECÍFICO

Construir un prototipo, que se adapte al funcionamiento de una rueda de automóvil, y que en el momento de frenado, sea capaz de convertir la energía cinética del automóvil en energía eléctrica.

METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

El proyecto consiste en un sistema de frenado que tenga la finalidad de transformar la energía cinética del automóvil en energía eléctrica mientras el automóvil disminuye su velocidad, evitando que se convierta en energía calorífica, y que no se aproveche.

Para nuestro proyecto fabricamos un modelo a escala de una rueda de automóvil con un prototipo de freno regenerativo con los siguientes elementos:

Sistema de Engranajes:

Se construyó una rueda de madera con un diámetro exterior de 40cm, con un espesor de 4cm y un radio interior de 4 cm, que representará una rueda trasera de un auto, en la que no se genera tracción por parte del motor (figura 1). En el radio interior de la rueda se tendrá la forma de un engrane que transfiere el movimiento de la rueda al eje que sostiene a la rueda, a partir de un sistema de engranes satélite (figura 2). La rueda tendrá una tapa en la que se perforará un orificio en la parte central, para posteriormente colocar un balero que le dará libertad de movimiento a la rueda y la sostendrá de un eje central que será un tubo de PVC.

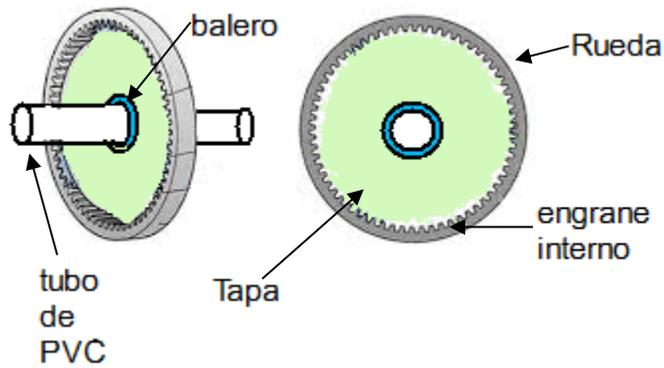


Figura 1.

Los engranes internos del sistema satélite tienen un radio aproximado de 7.5cm y 5.5 cm respectivamente como se muestra en la figura2.

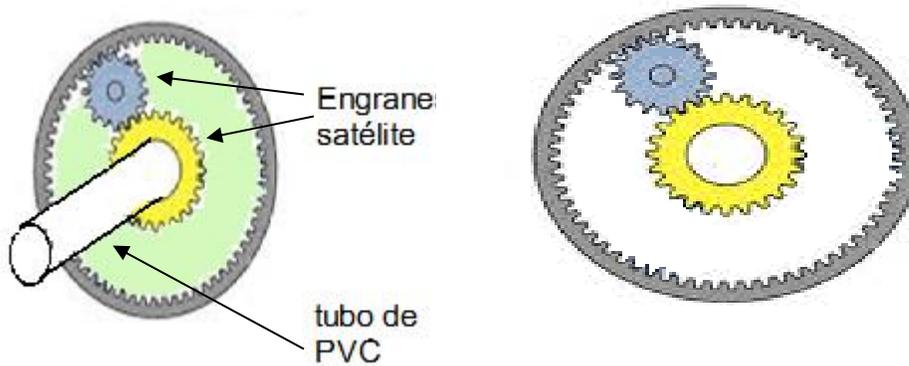


Figura 2.

Al sistema anteriormente mencionado, compuesto por los dos engranes y la rueda, también se incluyen tres baleros y un tubo de PVC de 2 in de diámetro.

El tubo de PVC será el eje de la rueda y transmitirá su movimiento al dínamo. La rueda transmitirá su movimiento al eje o tubo de PVC por medio de los sistema de engranes satélite en el momento del frenado, por lo que el eje o tubo de PVC estará sujeto de un seguro mientras no se accione el freno. En el momento de frenar el seguro liberará al eje para que comience la transmisión de energía cinética de la rueda al eje, y este a su vez lo transmitirá al dínamo, para absorber la energía cinética de la rueda y convertirla en energía eléctrica.

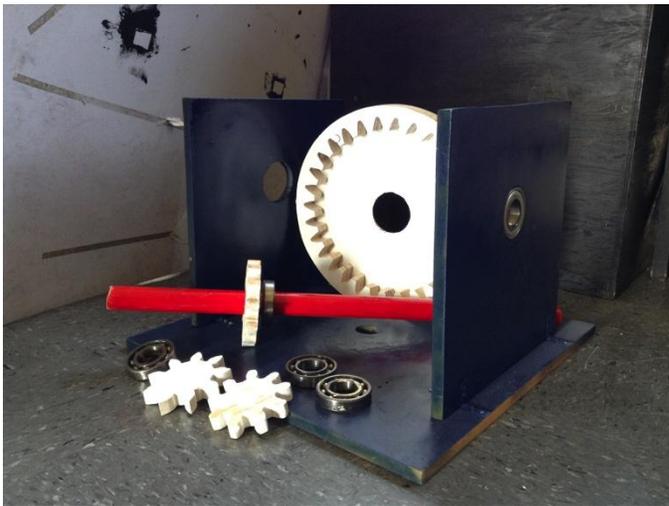
Para ser más específicos podemos explicar que el engrane ubicado entre la rueda y el engrane del eje, se estará moviendo junto con la rueda, dando

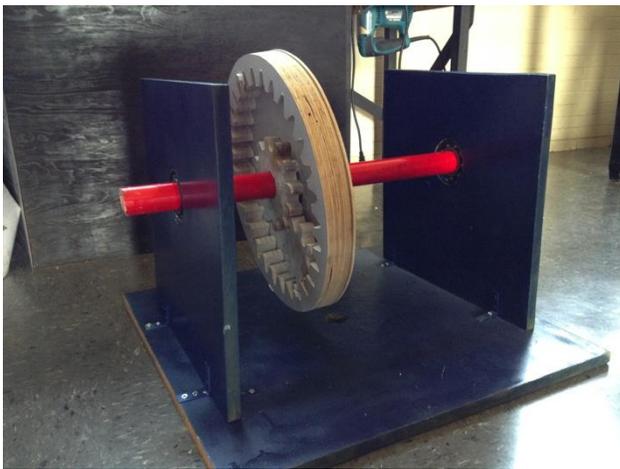
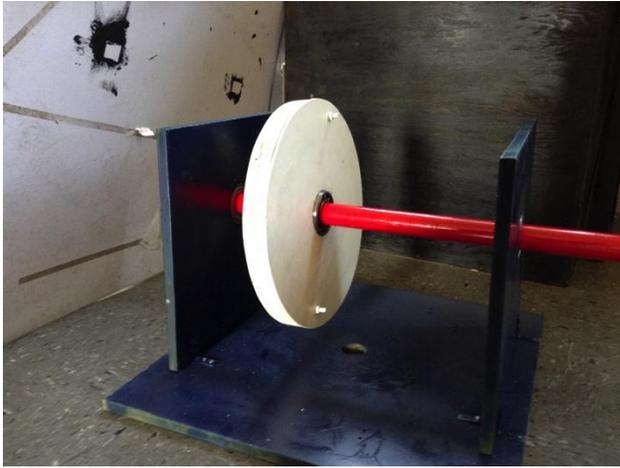
vueltas alrededor del engrane del eje cuando este no tiene movimiento al estar en funcionamiento el seguro que detiene al eje.

En el momento que el eje comienza a moverse por la acción del frenado, el engrane pequeño comienza a girar respecto a un punto fijo transmitiendo el giro de la rueda al engrane mayor y el dínamo empieza su trabajo transformando la energía mecánica a eléctrica, que se almacenará en un acumulador.

Sistema de Acoplamiento al Freno

Este sistema tiene la finalidad de que mientras no se aplique el freno al automóvil, el eje del dínamo no se moverá. Cuando el freno se aplique se libera un seguro que detenía al eje dándole libertad al eje de comenzar a girar y a través de un sistema de dos engranes se transmite el movimiento al dínamo para que comience su movimiento y transforme la energía de la manera esperada. Este sistema se muestra en la figura 3.





RESULTADOS

Considerando que las ruedas traseras no tienen tracción en un auto convencional, entonces hicimos girar nuestra rueda manualmente, para que alcanzara una alta velocidad y al aplicar el freno, el sistema de freno regenerativo entraba en acción, conectando, a partir del sistema de engranes, la rueda al dínamo. En este momento el dínamo empezó a absorber la energía cinética de la rueda, comenzando a detenerla y produciendo energía eléctrica. Se logró alcanzar un voltaje en el dínamo, del orden de algunas decenas de Volts, pero en este momento no hemos logrado almacenar la energía eléctrica producida en un acumulador.

CONCLUSIONES

Se cumplió nuestro objetivo de producir energía eléctrica al frena nuestro modelo de rueda, pero el voltaje obtenido no ha sido demasiado alto. Por lo que estamos en proceso de mejorar el sistema de engranes y de fabricar un circuito rectificador para el dínamo que nos permita convertir la corriente alterna producida en corriente directa, para ser almacenada en un acumulador y poder realizar una medición de la potencia generada por unidad de tiempo y tener un resultado más objetivo de la eficiencia de nuestro prototipo.

FUENTES BIBLIOHEMEROGRÁFICAS Y/O DE INTERNET

Arias-Paz, M.. (2004). Manual de automóviles. Valencia: McGraw-Hill.

Ellinger, H.. (1991). Manual de Mecánica Automotriz. México: Prentice Hall.

Kapelich, A.. (2013). Direct Gear design. Boca Raton: CRC Press.

Sábato, E.. (1973). Hombres y Engranajes. Madrid: Alianza.

Shiegley, J.; Mischke, C.. (1990). Gearing. New York: Mc Graw Hill.

http://e-educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/1000/1101/html/5_transmision_por_engranajes.html

http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material107/mecanismos/mec_eng_multiplificador.htm

<http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn150.html>

http://www.natureduca.com/fis_enemec_enercamb01.php

http://escritorioalumnos.educ.ar/datos/recursos/pdf/fisica_quimica/energia_transformaciones.pdf