

Pisada de Energía

Energy Tread

Andrés Ramírez¹

Resumen

Con Energy Tread se podrá generar energía usando una fuerza mecánica que cualquier persona puede proporcionar sin invertir mayor esfuerzo. Dicha fuerza puede ser una simple pisada, como las que damos durante el desplazamiento de un lugar a otro. Esta genera un diferencial de potencia y, por ende, se puede obtener un voltaje y una corriente.

Este proyecto ofrece una solución innovadora debido a su simplicidad y confiabilidad. Los materiales que se usan tienen una gran resistencia y durabilidad y no requieren conexión de ningún tipo de fuente de energía, pues es un sistema generador y almacenador de energía que no produce ningún costo. Esto contribuye a ahorrar energía, a impulsar la economía social y a disminuir los índices de contaminación, ya que no se va a generar ningún tipo de sustancia que sea dañina para el medioambiente. Además, será un sistema con una gran funcionalidad.

Palabras clave: energía eléctrica, generación, almacenamiento, fuerza mecánica, pisada.

Abstract

With Energy Tread, it could generate energy by means of a mechanical force that may be provided by any person without investing more effort, as it can be a simple tread we can give during travel from one

place to another, generating a differential whereby a power voltage and a current will be obtained. This project is an innovative solution because of its simplicity and driveability, materials that are implemented have great strength and durability, do not require connection of some kind of energy source since it is a generator system and energy storage that does not produce any cost, which contributes to energy savings, social economy and reduce the pollution because it will not generate any substance that is harmful to the environment, also it will be a system with great functionality.

Keywords: electrical energy, generation, storage, mechanical force, tread.

1. Introducción

El objetivo principal del proyecto es convertir energía magnética en energía eléctrica por medio de la inducción electromagnética, aplicando el principio de Faraday para así generar un voltaje y una corriente de manera gratuita e implementar este desarrollo en diferentes sistemas que tengan un consumo energético.

Se usarán materiales reciclables y económicos para fabricar el sistema (Energy Tread),

¹ Estudiante de Ingeniería Mecánica, Universidad Central, aramirezv2@ucentral.edu.co.

Asesor: Pedro William Pérez Orozco, ingeniero mecánico, especialista en Diseño Mecánico por Computador, director del Departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad Central.

a fin de hacerlo económicamente viable, ambientalmente responsable y socialmente incluyente de las generaciones futuras, pues su costo de fabricación es bajo comparado con el beneficio que produce. Los materiales utilizados tienen una vida útil aproximada de cien años, lo que indica que durarían aproximadamente varias generaciones, sus costos de mantenimiento serían mínimos y su implementación sería sencilla y de bajos costos de instalación.

Se busca, además, crear conciencia sobre el desperdicio de energía y la importancia de su aprovechamiento usando conocimientos técnicos y tecnológicos para contribuir a solucionar el problema global de gran consumo de energía. Así se ofrece una solución viable que no afecta el medioambiente y que apro-

vecha la energía que diariamente se trasfiere por medio de una actividad cotidiana.

Se diseñará un prototipo de baldosa que sea resistente, poco deformable y que resista un peso mínimo promedio de 40kg y un peso promedio máximo de 90kg. Este aprovechará esa energía mecánica para generar mayor energía.

Asimismo, se diseñará una bobina generadora de energía teniendo en cuenta el calibre preciso de alambre y el mayor número de vueltas para obtener mayor corriente y ser almacenada en baterías.

2. Planteamiento del problema

Para desarrollar el proyecto, se tuvo en cuenta la metodología presentada en la figura 1.



Figura 1. Metodología de desarrollo de Energy Tread.

Fase 0. En el pregrado de Ingeniería Mecánica existen dos asignaturas que fueron fundamentales para desarrollar el proyecto Energy Tread. Práctica de Ingeniería Mecánica IV y Circuitos, Instalaciones y Máquinas Eléctricas.

En esta última, se aprende el concepto de *inducción electromagnética*. Este consiste en que, en el momento en que movemos un imán permanentemente por el interior de la espira de una bobina solenoide (hecha de alambre magneto o alambre de cobre aislado), se produce una fuerza electromotriz (voltaje) que es causada por la inducción electromagnética del imán en movimiento.

En una práctica de laboratorio, observé que, al introducir un imán dentro de una bobina y conectarlo a un multímetro, se generaba un pico de voltaje alterno. Por ende, noté que este fenómeno podría ser aprovechado para crear un mecanismo que implementara dicho fenómeno para así generar energía. Esta energía puede ser almacenada para aprovecharla en nuestro hogar o en diferentes recintos.

En la materia de Práctica de Ingeniería Mecánica IV se enseña el concepto de *desarrollo sostenible* y el uso racional de la energía y la implementación de la metodología de diseño mecánico. Esta es la que se usa en este proyecto. Así fue como, mezclando estos conceptos,

llegué a una planeación mecánica y electrónica para implementar un sistema que genera energía eléctrica a partir de energía magnética de manera gratuita y eficiente.

Fase 1. Teniendo en cuenta la demanda de energía, los lugares propicios de implementación del dispositivo son zonas en las que se encuentre un conglomerado de personas suficiente para accionarlo. Y, al ser accionado un mayor número de veces, se obtiene un mayor diferencial de energía.

Otro factor que debe analizarse son los costos de manufactura o fabricación del dispositivo. Para elaborarlo se usó alambre de cobre magneto, imán de neodimio grado 52 (N52, que son considerados los más potentes del mercado al generar 45 000 Gauss —y, a mayor campo magnético, mayor energía generada—), molde de bobina (que será fabricada en impresora 3D a medida de la geometría de los imanes, para aprovechar mejor el espacio de recorrido de estos dentro de la bobina).

Asimismo, para fabricar la caja se planea utilizar lámina de acrílico. Pero también pueden usarse materiales reciclables, como madera o neumáticos de carros (que podrían servir para un futuro diseño de la “caja” que aproveche este material elástico y contribuya así, además, a solucionar el problema ambiental que provocan los neumáticos luego de cumplir su ciclo de vida en los autos).

Inicialmente, se plasmó la idea por medio de herramientas gráficas. En esta fase, se elaboraron varios diseños, a modo de prototipos, para implementar el mecanismo y ejecutarlo. Algunos de ellos no resultaron viables o funcionales. A continuación, se presentan dichos diseños (figuras 2, 3, 4, 5 y 6).

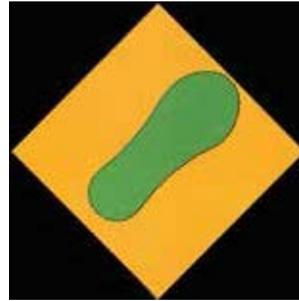


Figura 2. Plataforma donde se empleará la fuerza mecánica.

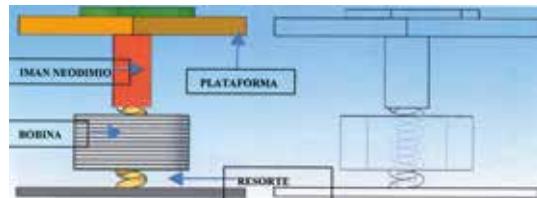


Figura 3. Esquema hipotético del mecanismo.

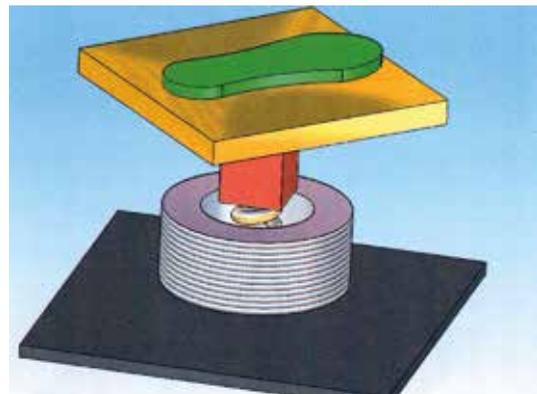


Figura 4. Isométrico del mecanismo.

Este diseño se descartó por su inestabilidad y proporcionalidad.

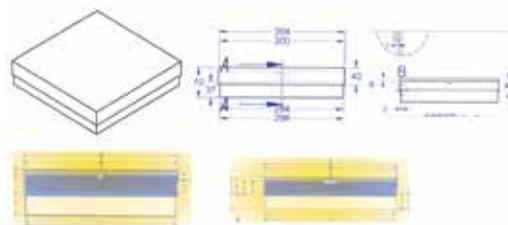


Figura 5. Planos del diseño número 2.

El diseño expuesto en la figura 5 consta de dos tapas que se hacen encajar una dentro de la otra y se fabrica a medida para un recorrido corto. Para este diseño, se fabricó un prototipo en acrílico (figura 6), con resortes ubicados en cada de uno de sus extremos y dejando, de manera vertical, una tolerancia de espacio de recorrido de 25 mm de entrada y salida del imán.

Este diseño resultó más viable dado el poco recorrido de elongación de los resortes, lo que lo hace más cómodo para quien lo pise. Los resortes se usan para implementar la simple idea de hacer volver la tapa superior a su estado inicial. Estos resortes se fabrican a medida con una constante de elongación suficiente para hacer cómoda la experiencia de pisar la caja o baldosa y, al mismo tiempo, resistir un peso máximo de 90 kg.

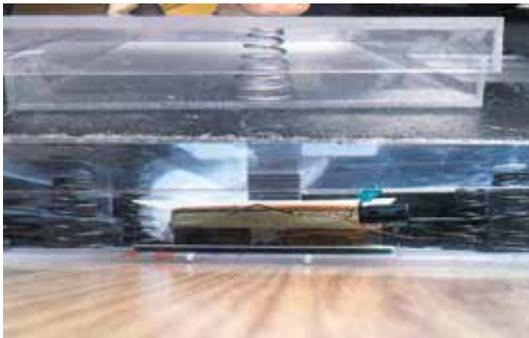


Figura 6. Primer prototipo del diseño número 2.

Este prototipo resultó obsoleto. La compresión del aire acumulado dentro de la caja al pisar dificulta la activación de entrada y salida del imán a la bobina. Además, no fue posible demostrar la generación de energía mediante el encendido de los bombillos led: los resortes no creaban una suficiente velocidad cinética de retroceso al estado inicial y, por ende, los bombillos led no se encendían.

Fase 2. Después de examinar los diferentes factores que produjeron los fallos del primer

prototipo, se refinó el diseño preciso que le dará funcionamiento a la caja y activará el sistema electrónico ubicado dentro de ella. En este, los resortes ya no se tuvieron en cuenta y se optó por un material elástico llamado cincha elástica.

Este proporciona una deformación suficiente y una amortiguación rápida que resulta clave para activar el sistema electrónico (pues, a mayor velocidad cinética de propagación de entrada y salida, mayor será el campo magnético que se genere dentro de la bobina y mayor el voltaje producido).

El molde de la bobina fue mecanizado en una impresora 3D que fue facilitada por la Universidad Central. Este tiene la geometría rectangular de los imanes en el centro para tener un menor espacio abierto entre la bobina y los imanes. Se optó por un alambre de cobre magneto calibre 20 que tiene 0,9 mm de diámetro.

Este alambre se seleccionó porque el sistema de generación de energía no va a estar conectado a ningún tipo de fuente eléctrica. Por lo tanto, no resulta obligatorio tener un rango de calibres para prevenir el calentamiento del alambre. Además, este tipo de calibre es lo suficientemente grueso como para producir buen amperaje —pues, a mayor diámetro del alambre, mayor amperaje generado— y es lo suficientemente delgado como para moldearse alrededor, lo que facilita su embobinado. La figura 7 muestra los planos de la respectiva bobina generadora.

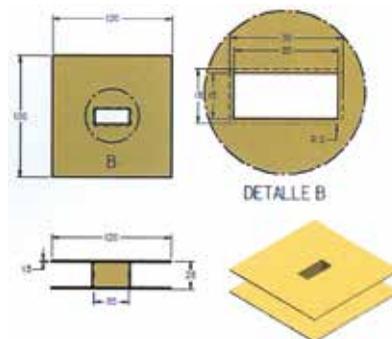


Figura 7. Planos de la bobina generadora.

Al culminar la fabricación del molde, se procedió a embobinar 1300g de alambre de cobre, lo que da 40mm de espesor y una altura de 28mm de alambre de cobre embobinado, para un total de 1098 vueltas. El voltaje generado es directamente proporcional a número de espirales.

En el diseño final del primer prototipo funcional, se introdujeron algunas modificaciones, que consistieron en la fabricación de una sola caja sin tapa, en agregar, en su parte superior, dos bandas de cincha elástica en cuyo centro se instalará el imán y en centrar la bobina generadora en la parte inferior, para así tener mayor precisión cuando el imán ingresa a la bobina.

Además de esto, su base estará 25mm por encima del suelo y se utilizará una lámina de acrílico de 300mm por 240mm y de 8mm de espesor en la cual reposará la bobina. Sus paredes serán de madera reciclable de 15mm de espesor. Este diseño fue pensado para resistir la tensión que se le aplicará a la cincha elástica. Los planos de dicho diseño se presentan en la figura 8.

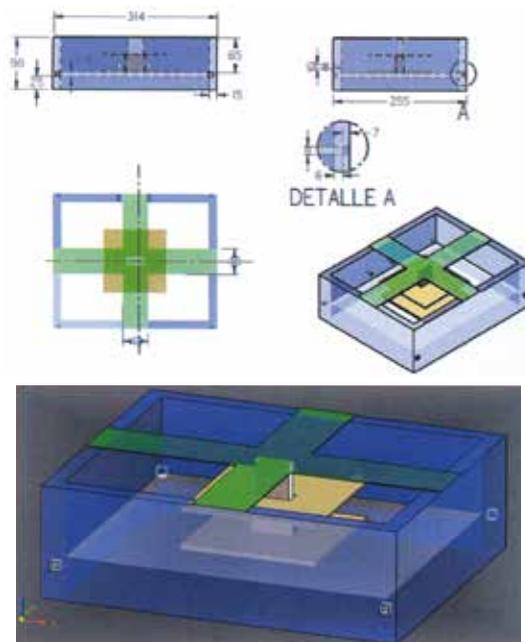


Figura 8. Planos del prototipo funcional.

3. Materiales

Fase 3. Los materiales empleados en el prototipo final, con sus respectivos costos, son los siguientes:

Madera reciclable (suministrada por una carpintería), base en acrílico (suministrada por la Universidad Central), cincha elástica (1000 pesos el metro), nueve imanes importados de neodimio N52 (7000 pesos por unidad), 1,3kg de alambre de cobre magneto (30000 pesos), molde de bobina (suministrada por la Universidad Central), sistema eléctrico (5000 pesos).

Este prototipo funcional tuvo un costo total de 99000 pesos. Después de tener los respectivos planos, se procedió a su fabricación. La figura 9 muestra el prototipo fabricado.



Figura 9. Prototipo funcional fabricado.

4. Resultados

El diseño y fabricación del sistema eléctrico tuvo como objetivo encender dos bombillos led de 3 V. El primero está conectado directamente a las terminales del alambre de cobre, para dar aviso del impulso de voltaje generado. Este se enciende de manera momentánea. El segundo se conecta al final de un condensador o capacitor, para demostrar el almacenamiento de voltaje. Este se enciende luego de tener un ciclo constante de entrada y salida del imán hacia la bobina, así da un aviso de brillo más prolongado debido al condensamiento de energía.

Este circuito es muy simple (figura 10). Consiste en conectar un puente de diodos que rectifica el voltaje, soldándolos con estaño y cautín en el capacitor, y en conectarlo a un emisor de luz. Los impulsos generados por la bobina son senoidales; lo que indica un voltaje alterno, pues la polaridad de los imanes genera energía en estado positivo y negativo.

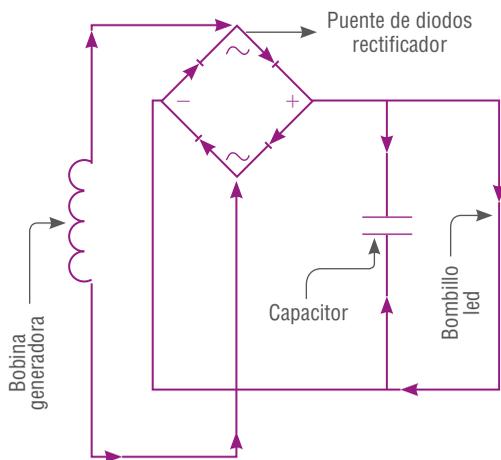


Figura 10. Diseño del circuito conectado a la bobina para encender el bombillo led.

Una vez que se tiene el circuito, se puede proceder a fabricarlo (figura 11).

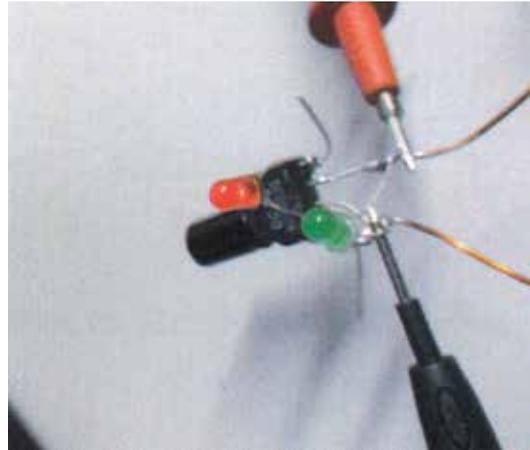


Figura 11. Fabricación del circuito, puente de diodos rectificador, capacitor y bombillos led.

Una vez implementado y soldado el circuito a la bobina, se procede a hacer el ensamble correspondiente para probar que, cada vez que le aplicamos una fuerza mecánica al sistema (ya sea una pisada o cualquier otra), se activa la iluminación de salida led.

El sistema resultó satisfactorio y funcional. Se efectuaron pruebas con pisadas de niños y adultos que activaron inmediatamente la iluminación led, lo que constata la transformación de la energía magnética en energía eléctrica. La figura 12 presenta la evidencia fotográfica del funcionamiento del sistema Energy Tread en tres simples pasos.

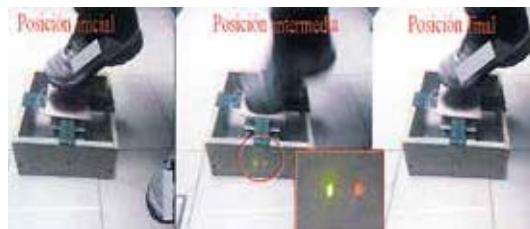


Figura 12. Posiciones de activación del sistema Energy Tread.

Como se puede apreciar, los bombillos led verde y rojo se encienden en el momento de aplicar la fuerza mecánica. El verde se activa en

el instante mismo en que se aplica la fuerza, pues está conectado directamente a la bobina. El rojo está conectado bajo un condensador y brilla luego de haber almacenado varios ciclos de carga.

En la figura no se aprecia, pero la intensidad de la luz del bombillo led rojo tiende a bajar de manera más lenta que la del bombillo led verde, pues este cuenta con un poco de reserva de energía. Así pues, se comprueba que el sistema es útil y viable como almacenador de energía de manera gratuita.

Fase 4. Después de comprobar que el prototipo funciona, se procede a hacer las respectivas mediciones de voltaje. Para hacer esto, se emplea un multímetro y se activa la opción “valor máximo”. Luego se procede a conectar sus puntas de medición a las puntas de la bobina, que es en donde se genera la mayor intensidad de voltaje.

En escala de voltaje DC (corriente directa), arroja un valor máximo de 1,038V y, en voltaje AC (corriente alterna), uno de 1,112V. Estas mediciones se hicieron usando una fuerza mecánica simple (la de nuestras manos). Dado que la fuerza ejercida por una persona al pisar es más intensa y genera más energía, por lo cual el voltaje producido puede ser mucho mayor, se consideran los valores arrojados por estas mediciones como el mínimo voltaje generado por el sistema. Estos valores se pueden apreciar en la figura 13.

Los impulsos electromagnéticos están dados por voltaje alterno, lo que se traduce en una gráfica senoidal, pues su magnitud y dirección varían respondiendo a un determinado ciclo. Esto se debe a los polos del imán, que generan un campo magnético que produce unas líneas de fuerza que parten desde el polo norte y se dirigen al polo sur (figura 14).

Al acercarse o alejarse un imán a una espira, se genera en esta una corriente eléctrica. En

lugar de una espira se puede usar un solenoide. Por ende, la gráfica del campo magnético es como la mostrada en la figura 15.



Figura 13. Multímetro y voltajes en AC y DC, respectivamente.

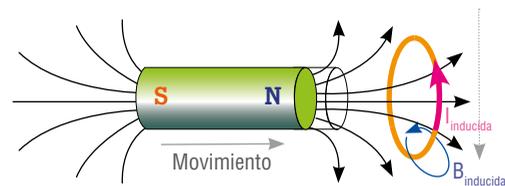


Figura 14. Líneas de campo magnético generadas en un imán.

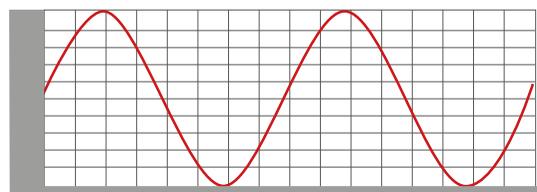


Figura 15. Función senoidal.

Dado que, en la actualidad, todos los artefactos que usamos en nuestra vida diaria funcionan con una corriente alterna, el objetivo es convertir esta corriente alterna en corriente directa para almacenarla en pilas o baterías que pueden ser usadas en tareas domésticas cotidianas.

Para lograr dicho objetivo, se utilizara un rectificador de onda completa, pues estos usan cuatro diodos para funcionar. Estos rectificadores hacen pasar la corriente alterna a través del sistema de cuatro diodos y la reempla-

zan toda por una corriente directa. Esto dará como resultado el correcto funcionamiento del proyecto.

Puesto que el sistema origina impulsos negativos y positivos, el regulador cumplirá la función de convertir todos los pulsos negativos en pulsos positivos. De esa manera los estabilizará en un solo sentido (figura 16).

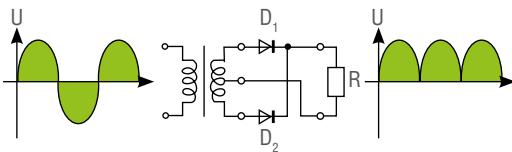


Figura 16. Cambio de sentido de los impulsos senoidales.

Como se aprecia, la polaridad se convierte en una sola positiva. De ese modo, si se unen los picos de las curvas, se obtiene una línea recta y, como resultado, una corriente directa, que se puede almacenar en una batería.

Fase 5. Habida cuenta de que este es un prototipo, esta fase, que corresponde a mercadotecnia, promoción, lanzamiento y producción en masa del dispositivo, no se ha desarrollado.

A partir del prototipo, se buscarán alternativas de materiales para que este sea reutilizable, resistente, durable y de fácil instalación. Se buscará así mejorar el sistema, para lograr más eficiencia energética, reducir costos y darle una apariencia agradable y llamativa.

Como ya se mencionó, se desea usar materiales reciclables, tales como los neumáticos de los autos, pues estos podrían usarse para fabricar la “caja” en cuyo interior se instala el mecanismo de generación de corriente.

5. Conclusiones

Se obtuvieron los resultados esperados para el primer prototipo: 2V promedio por cada accionamiento del sistema sin tener en cuenta la variación de peso y velocidad, que influyen en el aumento de voltaje.

Es un sistema novedoso. Para fabricarlo no se requiere hacer una gran inversión, pues su costo monetario no supera los 100 000 pesos, un precio muy bajo comparado con su gran beneficio energético y ambiental.

El sistema tiene buena eficiencia. La hipótesis, para la cual no se han hecho aún suficientes pruebas, es que la energía suministrada por el sistema será directamente proporcional a la fuerza mecánica ejercida sobre este.

La energía mecánica que un transeúnte transmite al dar una pisada es poca y, por ende, la energía que proporciona Energy Tread por pisada es baja.

Por lo tanto, el sistema debe ser implementado en masa. Es decir, deben instalarse más de una caja o baldosa para que el sistema genere suficiente corriente como para alimentar artefactos que usemos en nuestra vida cotidiana.

Por ejemplo, este sistema podría implementarse en las entradas de una estación de Transmilenio, que diariamente usan 2 300 000 personas en Bogotá. Si se tiene en cuenta que, por cada persona, se generan miles de pisadas y que, por cada accionamiento, Energy Tread genera aproximadamente 2 V, resulta fácil hacerse una idea de cuanta energía podría generar una sola caja alrededor de un día, que podría almacenarse en una batería o usarse para abastecer la misma estación o recinto en donde se implemente.

Se propone hacer una conexión en paralelo entre varias baldosas, pues una conexión en paralelo arroja el mismo voltaje, pero aumenta la corriente. Y esto es lo que realmente importa a la hora de almacenar o cargar un dispositivo o batería.

Inicialmente, Energy Tread se encuentra pensado para aprovechar fuerzas mecánicas pequeñas, como las que ejerce una persona. Pero el sistema podría desarrollarse para ser implementado en autopistas de carros, ciclovías o aeropuertos. El impulso energético generado es directamente proporcional a la fuerza ejercida. Por ende, si una persona genera energía con solo dar una simple pisada, entonces un automóvil o un avión, que pesan mucho más, van a generar más energía.

Además, la velocidad con la que se accione el mecanismo genera más energía. El tiempo que se demora una bicicleta, automóvil o avión en contacto con un punto específico del suelo

es mucho menor que el de un peatón. Por lo tanto, se entra a un rango dinámico, lo que hace mucho más eficiente al sistema, que generará una enorme diferencia de corriente en comparación con la que produce un peatón.

Bibliografía

Alexander, C. K. y Sadiku, M. N. O. (2006). *Fundamentos de circuitos eléctricos*. México: McGraw-Hill, Interamericana Editores.

Ulrich, K. T. y Eppinger, S. D. (2013). *Diseño y desarrollo de productos*. México: McGraw-Hill, Interamericana Editores.

Guru, B. S. y Hizioglu, H. R. (2002). *Máquinas eléctricas y transformadores*. México: Oxford University Press.