



## Magnetic Solar Motor

---

Andres Camilo Bautista Salazar and  
Cesar Augusto Bautista Salazar

EasyChair preprints are intended for rapid dissemination of research results and are integrated with the rest of EasyChair.

June 19, 2018

# Magnetic Solar Motor

## Motor magnético – solar

Andres Camilo Bautista Salazar, estudiante de Ingeniería Eléctrica, César Augusto Bautista, estudiante de Ingeniería Eléctrica.

Universidad APEC, República Dominicana, 20152001@unapec.edu.do, 20151986@unapec.edu.do

**Abstract– The magnetic-solar motor it's only powered by the sun light. Its rotor is levitating with neodymium magnets and covered with solar panels. It's very useful for low load and off the grid applications.**

**Abstract– El motor magnético solar es energizado solamente por luz solar, desconectado de cualquier otra fuente de energía eléctrica. El rotor se encuentra en levitando mediante imanes de neodimio y cubierto de paneles solares. Es un motor que tiene muchas aplicaciones de baja carga y para aplicaciones desconectadas de la red.**

**Keywords—motor, solar, energy, power, Arduino.**

### I. INTRODUCCIÓN

Enfocados en la disminución el consumo eléctrico, la utilización eficiente de la energía y la implementación de fuentes de energía renovables hemos encontrado una forma de convertir la energía solar en movimiento casi inmediatamente sin pasar un por un centro de transformación.

Descrito en 1954 por Larry Spring, en California, Estados Unidos, el motor es alimentado por la corriente eléctrica que producen los paneles solares montados sobre el rotor.

El proyecto pretende presentar un sistema de control vía bluetooth para adecuar su utilización en aplicaciones de baja carga, por ejemplo, un abanico en un sistema desconectado de la red.

### II. OBJETIVO GENERAL

Diseñar un sistema electrónico que permita al usuario controlar la velocidad y sentido de giro del motor magnético - solar para aplicaciones de baja carga.

### III. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Demostrar el funcionamiento del motor magnético solar.
- Desarrollar un sistema electrónico que permita controlar la velocidad y sentido de giro del motor.
- Diseñar una aplicación en Android para el control del motor.

Digital Object Identifier: (to be inserted by LACCEI).  
ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).

16<sup>th</sup> LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: “Innovation in Education and Inclusion”, 19-21 July 2018, Lima, Peru.

### IV. MARCO TEÓRICO

#### A. Nociones de magnetismo

El magnetismo es un fenómeno natural por el cual los objetos ejercen fuerzas de atracción o repulsión sobre otros materiales. Los imanes de repulsión no son estables.

Si se intenta hacer flotar un imán sobre otro imán, no se puede conseguir la estabilidad. El imán superior no flotará en su lugar sin moverse. Las fuerzas magnéticas actúan para intentar hacer girar el imán superior para atraer y pegarse al imán inferior como se muestra en la figura 1.

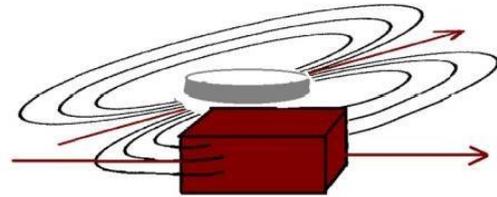


Fig. 1 Fuerzas magnéticas de un imán [1]

Sin embargo, existen algunas técnicas para lograr la levitación magnética. Colocando dos imanes, uno al lado del otro de tal forma que sus campos magnéticos se unan. Dependiendo de la distancia a la que se encuentren, estos imanes formarán un nuevo campo magnético.

Para un tercer imán colocado encima de estos dos, puede haber una especie de “bolsillo de estabilidad” como se presenta en la figura 2, en el cual, se puede encontrar estabilidad en la dirección de izquierda a derecha, en el plano de los imanes. Sin embargo, no es estable de atrás hacia adelante.

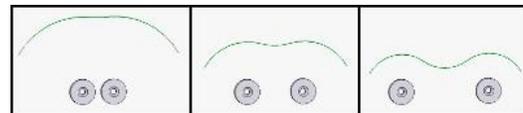


Fig. 2 Fuerzas magnéticas de dos imanes [2]

*B. Teorema de Earnshaw*

Este establece que “un conjunto de cargas puntuales no se puede mantener en un estado de equilibrio mecánico estacionario exclusivamente mediante la interacción electrostática de las cargas.” [3].

Es decir, en notación matemática, una fuerza eléctrica que se deriva de un potencial será siempre divergente (ecuación de Laplace):

$$\nabla \cdot \mathbf{F} = \nabla \cdot (-\nabla U) = -\nabla^2 U = 0. \quad (1)$$

La figura 3 presenta un arreglo en el cual se aplica un bolsillo de levitación magnética y aplicando el teorema de Earnshaw se coloca un obstáculo en la dirección divergente

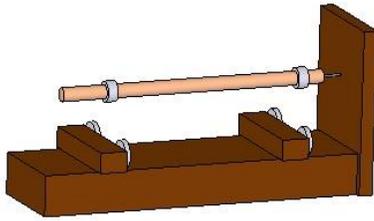


Fig. 3 Arreglo en el estator para lograr la levitación magnética

Por lo tanto, La pseudo-levitación limita el movimiento de los imanes usando alguna forma de pared. Esto funciona porque el teorema muestra sólo que hay alguna dirección en la que habrá una inestabilidad. Limitar el movimiento en esa dirección permite la levitación magnética

*C. Movimiento del motor*

El rotor es forrado cubierto con paneles solares en pares. Estos se interconectan y se forman bobinas como se muestra en la figura 4. Cuando los paneles solares reciben la energía lumínica, la convierten en energía eléctrica que pasa por bobinas generando un campo magnético. Este campo magnético facilita la rotación del rotor que girará con tanta potencia y velocidad como intensidad lumínica reciba.

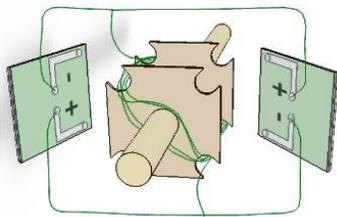


Fig. 4 Conexiones de pares de paneles solares en el rotor [2]

V. FUNCIONAMIENTO

*A. Arranque del motor*

Al igual que un motor convencional, funciona principalmente bajo el principio que es de atracción y repulsión

para mantener en equilibrio el estator. de los campos magnéticos. En la figura 5 se presenta un diagrama con este funcionamiento.

Los efectos de campo magnético generado por las bobinas, el cual es producido por unas celdas solares que al ser iluminadas producen una corriente de 150 mA, la cual genera un campo magnético de la misma polaridad haciendo que se repele con el campo del imán, provocando un giro de 180 grado, con esto la 2 bobina es iluminada y genera un campo contrario al campo de imán haciendo una atracción entre ellos pero que se ve terminada cuando la celda deja de ser iluminada y se reinicia el ciclo.

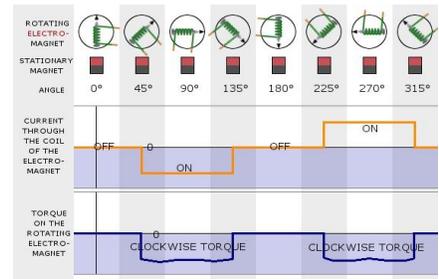


Fig. 5 Diagrama de rotación del motor en función del ángulo y la corriente vs el torque generado [4]

*B. Torque del motor*

El par este motor proporciona depende del campo magnético dentro de la bobina del alambre. Si podemos hacer que el campo magnético sea más grande, girará mejor. Este se define mediante la ecuación 2 y 3:

$$\tau = K_t \cdot I \quad (2)$$

$$K_t = 2 \cdot B \cdot N \cdot l \cdot r \quad (3)$$

Como se observa en la figura 5, el torque mayor se logra en los puntos donde los paneles solares reciben la luz directamente, es decir, hay más corriente a través de las bobinas.

*C. Velocidad del motor*

La velocidad del motor dependerá de la fuerza electromotriz generada por los paneles solares y se define mediante ecuación 4:

$$V_{\text{rot}} = G_f \cdot q \cdot I_f \cdot \omega \quad (4)$$

Este comportamiento es el mismo que el de cualquier motor DC.

#### D. Control del motor

Para el motor utilizaremos un Arduino, para controlar su velocidad y sentido de giro. Para permitir el control de velocidad y el arranque automático, se sustituirá el imán de campo fijo de neodimio que originalmente se incluye en el diseño del motor, por un electroimán. La variación de la corriente que circule por este electroimán nos permitirá variar el flujo magnético producido por el mismo, haciendo que varíe la velocidad del motor.

Además, reposicionando el electroimán respecto a su punto central, por medio de un servomotor, nos permitirá crear un gradiente de campo que arrancará el motor en la dirección que deseada sin necesidad de aplicar un torque inicial externo.

#### E. Diseño de las piezas

Para el motor bajo carga, es necesario agregar 2 pares más de imanes en la parte superior del rotor con el objetivo de brindar más estabilidad. En este sentido, utilizando el apoyo de una impresora 3D se ha diseñado la siguiente estructura presentada en la figura 6 para el estator:

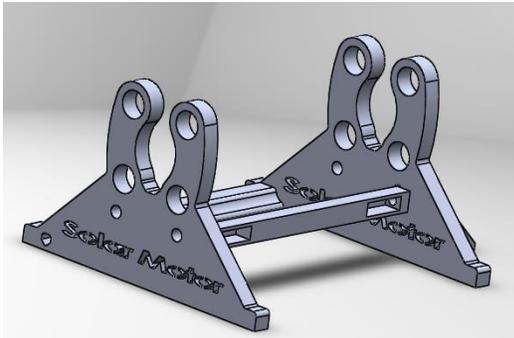


Fig. 6 Diseño del estator

## VI. CONCLUSIÓN

Este proyecto ha demostrado la posibilidad de desarrollar sistemas novedosos y funcionales de aprovechamiento de la energía renovable. Hemos logrado diseñar un sistema electrónico que ha podido demostrar el principio de funcionamiento de este motor.

Los métodos utilizados para el control de velocidad y sentido de giro del motor dan vista al futuro que puede tener en aplicaciones de baja carga.

## VII. REFERENCIAS

- [1] Supermagnete. Recuperado de: <https://www.supermagnete.es/faq/Cuales-la-diferencia-entre-un-iman-permanente-y-un-electroiman>
- [2] Mendocino motor- kjmagnetics. Recuperado de: <https://www.kjmagnetics.com/blog.asp?p=mendocino-motor-2>
- [3] Pérez, A. (29 de agosto del 2012). Explicacion de la levitacion magnetica. Recuperado de: <http://www.magnetismo.es/EXPLICACION%20DE%20LA%20LEVITACION%20MAGNETICA.html>
- [4] García, J. (septiembre de 2015). Así funciona el motor de corriente directa o continua. Recuperado de: [http://www.asifunciona.com/electrotecnia/af\\_motor\\_cd/af\\_motor\\_cd\\_6.htm](http://www.asifunciona.com/electrotecnia/af_motor_cd/af_motor_cd_6.htm)
- [5] Cano, J. (14 de octubre del 2014). Magnetismo. Recuperado de: <http://cienciasjokano.blogspot.com/2014/10/magnetismo.html>