

# **DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN DISPOSITIVO PARA CONVERTIR UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA EN UN MOTOR ELECTROMAGNÉTICO**

Julián Asinc A.<sup>1</sup>, Miguel Yapur A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ingeniero en Electricidad Especialización Electrónica 2002

<sup>2</sup>Director de Tesis. Ingeniero en Electricidad Especialización Electrónica, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 1983. Master of Science in Biomedical Engineering, University of Texas at Arlington, 1986. Profesor de la FIEC-ESPOL desde 1984.

## **RESUMEN**

El proyecto consiste en modificar un motor de combustión interna de tres cilindros tal que utilice energía electromagnética en lugar de energía de combustible derivado del petróleo para funcionar. Cabe señalar que la energía electromagnética se obtiene en un proceso de conversión a partir de la energía química de una batería. El dispositivo electromagnético que proporciona el movimiento reciprocante se caracteriza por el uso de electroimanes é imanes permanentes, en donde el movimiento lineal se produce por repulsión de polos iguales y por interacción de líneas de campo magnético en un medio ferromagnético. Este movimiento se transmite a cada uno de los pistones que a su vez accionan el cigüeñal lo cual se traduce en trabajo mecánico. Además, el proyecto incluye un circuito de control electrónico para la activación sincronizada de los electroimanes. Es importante anotar que éste es el primer proyecto desarrollado en la ESPOL que ha sido considerado para obtener una patente. El número de registro de la solicitud presentada en el Instituto Ecuatoriano de la Propiedad Intelectual es SP-01-4172, en noviembre 19 del 2001. Actualmente el trámite de la respectiva patente sigue su curso normal.

## **INTRODUCCIÓN**

El uso de motores de combustión interna acarrea en la actualidad un problema de carácter mundial como es la contaminación ambiental; esto sin mencionar el agotamiento de las reservas mundiales de petróleo. Hoy en día se buscan alternativas para sustituir en el futuro el uso de combustibles contaminantes y como ejemplo tenemos el automóvil eléctrico, el cual ya es una realidad.

Pero la implementación de la tecnología del automóvil eléctrico implicaría en el peor de los casos el reemplazo total del vehículo, y en el mejor de los casos reemplazar totalmente el motor. Estos costos no podrán ser solventados por todos los dueños de vehículos. Por esta razón nos motivamos a desarrollar un dispositivo que permita modificar un motor de combustión interna para que opere con un tipo de energía alternativa en lugar del uso de combustibles comunes. De esta manera, la modificación al motor que estamos presentando constituye la transición entre el motor de combustión interna y el motor eléctrico.

Con el desarrollo de este proyecto se pretende que los motores endotérmicos que funcionan con combustible derivados del petróleo puedan seguir operando con energía electromagnética y de esta manera no sean desechados. Además se aprovecha la energía electromagnética como fuente alternativa.

Además, para este proyecto se investigó sobre electromagnetismo para tener una base teórica de cómo producir y controlar campos magnéticos. Fue necesario también estudiar como se transfiere la energía en los sistemas electromecánicos [1], al igual que el cálculo de arrollamientos de electroimanes y las aplicaciones de los mismos [2] para tener las pautas necesarias para proyectar arrollamientos que satisfagan las condiciones que plantea el proyecto.

## **CONTENIDO**

Para el desarrollo del proyecto se plantearon algunas propuestas en el uso de energía electromagnética. Hasta el momento se han implementado dos prototipos los cuales se describen a continuación.

En el primer prototipo desarrollado se utiliza un electroimán fijo y un imán permanente dentro de un cilindro a manera de émbolo; el movimiento recíprocante se produce por repulsión de polos magnéticos iguales. La parte mecánica que convierte el movimiento recíprocante en movimiento rotacional conformada principalmente por bielas y cigüeñal fueron implementadas a semejanza de las piezas que se utilizan en un motor de combustión interna real [3]. Se escogió el aluminio como material para la construcción de las piezas mecánicas por ser este un material ligero además de ser un pobre conductor de magnetismo (alta reluctancia).

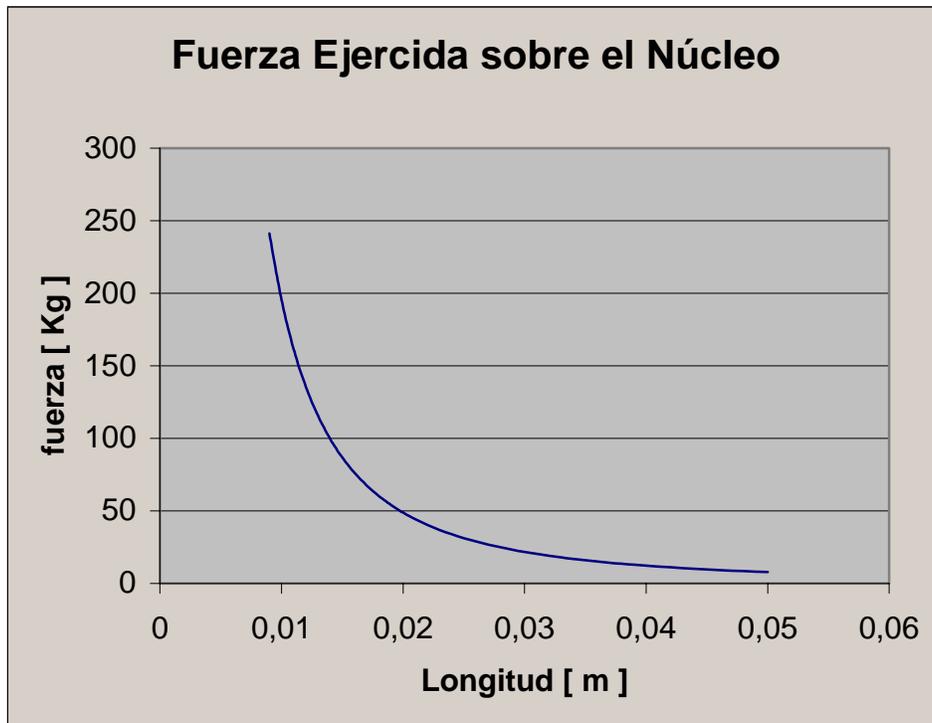
Cada electroimán induce líneas de campo magnético, las cuales se concentran en el núcleo ferromagnético ubicado en el interior de cada bobina y se dispersan alrededor de la bobina formando un circuito magnético (camino por donde circulan líneas de campo magnético). De acuerdo a este criterio, todos los materiales utilizados para construir la parte mecánica deben ser pobres conductores de magnetismo. La razón de esta condición es evitar que las líneas de campo magnético generadas por los electroimanes circulen por “caminos magnéticos” externos al circuito magnético. La activación sincronizada de los electroimanes se realiza con un circuito de control electrónico.

En el segundo prototipo, se utiliza un motor de combustión interna de tres cilindros que se adaptó para utilizar solamente el bloque con el cigüeñal y los respectivos pistones. Una varilla ferromagnética vertical se coloca fijamente sobre cada pistón a través de un perno de aluminio, y ésta constituye un núcleo móvil para el electroimán donde el movimiento recíprocante se produce por interacción de las líneas de campo magnético sobre el núcleo.

El sistema electromecánico comprende el uso de electroimanes de arrastre diseñados para soportar cargas alrededor de 20 Kilogramos, en la figura 1 se muestra el diagrama de un electroimán. Podemos observar en esta figura la bobina del electroimán y un núcleo móvil ferromagnético dentro de ella; el núcleo está sujeto a una varilla de aluminio (base) para transmitir el movimiento a los pistones. Se muestra también los soportes de la bobina contruidos con aluminio. Además, cada bobina está rodeada por una coraza ferromagnética laminada para proporcionar un circuito magnético y evitar en lo posible la dispersión magnética.



Figura 3. Fuerza ejercida sobre el núcleo.



Se observa en esta figura que la fuerza aumenta cuando el núcleo se desplaza ocupando el interior de la bobina. En el segundo prototipo se hicieron pruebas en vacío para determinar la velocidad angular en el eje, donde se obtuvo un valor de 250 rpm en vacío.

Figura 4. El motor instalado sobre un vehículo de 3 ruedas.



## CONCLUSIONES

Con respecto al primer prototipo se concluyó que la distancia entre las caras polares en el par electroimán imán es crítica al momento de conectar el electroimán. Si los polos están demasiado cerca la atracción predominante antes de la conexión resta fuerza en la repulsión; más, si están algo alejados la repulsión puede no ser significativa para vencer la inercia mecánica del prototipo. El prototipo muestra que el par electroimán imán funciona bien para pequeños desplazamientos.

Con el segundo prototipo (el motor real de tres cilindros) ya instalado sobre un vehículo de tres ruedas, se realizaron algunas pruebas que se describen a continuación:

1.-La primera prueba que se realizó con el vehículo fue para verificar la transmisión de potencia en vacío, y si la potencia desarrollada por el motor es suficiente para vencer la inercia del sistema. Aunque el vehículo por sí mismo es ligero, la mayor parte de la inercia proviene del peso del motor; esto provocó el frenado del mismo al primer intento.

2.-Luego intentamos el arranque del motor, pero con el vehículo en movimiento (con velocidad inicial ); en este caso el vehículo se desplazó aproximadamente veinte metros antes de detenerse. Se pudo observar un decaimiento gradual del voltaje de alimentación proporcionado por la batería, la cual explica la disminución de potencia.

3.-Después aumentamos la potencia de entrada duplicando el voltaje de alimentación. Se ganó potencia para arrancar, pero los relés electromecánicos utilizados para la activación de los electroimanes se sobrecargaron.

A partir de estos resultados obtuvimos las siguientes conclusiones:

- El motor a utilizar debe ser de preferencia de aluminio para minimizar la inercia en el arranque y como aislante ferromagnético. Así mismo debe tomarse en cuenta el espacio entre los cilindros para permitir el diseño de electroimanes más robustos.
- Las piezas mecánicas deben diseñarse y construirse con precisión, de preferencia con aluminio por ser un aislante de magnetismo y el diseño con asesoría de un experto en este campo.
- Para mejorar el rendimiento del dispositivo instalado en el motor se aconseja combinar el diseño de los electroimanes con una mayor demanda de potencia y el estudio de descomposición de fuerzas tanto para el acoplamiento entre el núcleo del electroimán y el pistón utilizando un juego de palancas, como en el juego de piñones para la transmisión de potencia.

Por el momento, aunque el prototipo ya está funcionando, el dispositivo todavía está en fase de desarrollo. La experiencia y conclusiones obtenidas en el desarrollo de los dos primeros prototipos plantean la solución de un problema fundamental, mejorar el rendimiento para proporcionar la mayor autonomía posible.

Cabe señalar que este proyecto es el primer prototipo diseñado y construido en la ESPOL que se encuentra en proceso de obtención de una patente industrial de invención en el Instituto Ecuatoriano de la Propiedad Intelectual (IEPI), su número de aplicación es SP-01-4172.

## REFERENCIAS:

1. J. Asinc,” **Diseño y Construcción de un dispositivo para convertir un Motor de Combustión Interna en un Motor Electromagnético**” (Tesis, Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2002)
2. Croft Terrel, **Tratado de Electricidad Práctica**, 4<sup>ta</sup> Edición traducida al español, México DF, 1940, pp. 124-298.
3. Departamento de Ingeniería Eléctrica del Instituto Tecnológico de Massachussets, **Circuitos magnéticos y transformadores**, 1<sup>ra</sup> Edición, New York, 1943, pp. 114-121.
4. Giacosa Dante, **Motores Endotérmicos**, 3<sup>ra</sup> Edición traducida al español, Barcelona, 1970, pp. 1-20 120-128 158-162 201-230.

Ing. Miguel Yapur A.  
Director de Tesis