

PROTOTIPO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA A PARTIR DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO EN TECNOLOGÍAS ALTERNATIVAS

Jairo Andrés Bermúdez Jáuregui

Instructor, SENA Regional Arauca, jabermudez@sena.edu.co

Jhonny Jair Pedraza Soler

Instructor, SENA Regional Arauca, jpedrazas@sena.edu.co

Resumen

El consumo de energía eléctrica cada año en el país va aumentando gradualmente, según la “PROYECCIÓN DE LA DEMANDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y POTENCIA MÁXIMA EN COLOMBIA” publicado por la Unidad de Planeación Minero Energética, UPME en 2016, mientras consumo per cápita a nivel energético del país en 1999 era de 822,78 Kw/h hoy en día el consumo per cápita ha ascendido a cerca de los 1200 Kw/h, que es un aumento aproximado del 50 % en el consumo nacional, esto lleva a aumentar la producción de energía en las diferentes plantas generadoras, ya sea térmicas como hídricas, y con ello un mayor contaminación ,especialmente con termoeléctricas (Gabriel Herrera Torre,2007, p3) se impactó ambiental característico en hidroeléctricas.

El proyecto que estamos desarrollando, propone la creación de un generador de energía eléctrica, por medio de la utilización de unos elementos no convencionales como lo son los imanes de neodimio; Estos imanes, poseen un gran campo magnético así lo afirma Víctor M. Luna-Trillo en su estudio cuantitativo de imanes permanentes, el cual podemos aprovechar mediante una configuración mecánica (por medio de piñones y engranajes), para transmitirle ese movimiento circular a un motor generador de Imanes permanentes de corriente continua, quien va a transformar esa energía rotacional o mecánica, en energía eléctrica para ser almacenada en una baterías de ion-Litio, donde, por medio de un inversor, va a ser convertida de DC a AC, y con ello, ser utilizada para la conexión de diferentes aparatos Eléctricos o Electrónicos de bajo consumo..

Palabras clave

Generador, Imanes, Neodimio, prototipo, energía.

1 Introducción

Los Motores y generadores eléctricos, son un grupo de aparatos que se utilizan para convertir la energía mecánica en eléctrica, o a la inversa, con medios electromagnéticos. A una máquina que convierte la energía mecánica en eléctrica se le denomina generador, alternador o dínamo, y a una máquina que convierte la energía eléctrica en mecánica se le denomina motor. Dos principios físicos relacionados entre sí sirven de base al funcionamiento de los generadores y de los motores. El primero es el principio de la inducción descubierto por el científico e inventor británico Michael Faraday en 1831. Si un conductor se mueve a través de un campo magnético, o si está situado en las proximidades de un circuito de conducción fijo cuya intensidad puede variar, se establece o se induce una corriente en el conductor. El principio opuesto a éste fue observado en 1820 por el físico francés André Marie Ampère. Si una corriente pasaba a través de un conductor dentro de un campo magnético, éste ejercía una fuerza mecánica sobre el conductor. La máquina dinamoeléctrica más sencilla es la dinamo de disco desarrollada por Faraday, que consiste en un disco de cobre que se monta de tal forma que la parte del disco que se encuentra entre el centro y el borde quede situada entre los polos de un imán de herradura. Cuando el disco gira, se induce una corriente entre el centro del disco y su borde debido a la acción del campo del imán. El disco

puede fabricarse para funcionar como un motor mediante la aplicación de un voltaje entre el borde y el centro del disco, lo que hace que el disco gire gracias a la fuerza producida por la reacción magnética. El campo magnético de un imán permanente es lo suficientemente fuerte como para hacer funcionar una sola dinamo pequeña o motor. Por ello, los electroimanes se emplean en máquinas grandes. Tanto los motores como los generadores tienen dos unidades básicas: el campo magnético, que es el electroimán con sus bobinas, y la armadura, que es la estructura que sostiene los conductores que cortan el campo magnético y transporta la corriente inducida en un generador, o la corriente de excitación en el caso del motor. La armadura es por lo general un núcleo de hierro dulce laminado, alrededor del cual se enrollan en bobinas los cables conductores.

Bajo esta premisa, podemos crear un elemento que no utilice los mismos elementos pero que se pueda crear un generador el cual no utilice elementos convencionales como los derivados del petróleo la cual ha generado una serie de daños irreparables en nuestro planeta, o fuerza cinética de la naturaleza la cual causa un impacto ambiental que afecta directamente a la fauna y la flora del mundo, Sin embargo, en los últimos 50 años, las concentraciones de gases invernadero están creciendo rápidamente como consecuencia de la acción humana. El uso generalizado de los combustibles fósiles, el debilitamiento de la capa de ozono y la destrucción de las masas forestales están favoreciendo el aumento de la temperatura de la Tierra, provocando cambios drásticos en el clima mundial y haciéndolo cada vez más impredecible. Ante esta perspectiva, los gobiernos acordaron en 1997 el Protocolo de Kyoto del Convenio Marco sobre Cambio Climático de la ONU (UNFCCC), que marca objetivos legalmente obligatorios para que, durante el periodo 2008-2012, los países industrializados reduzcamos un 5,2 % –sobre los niveles de 1990– las emisiones de los principales gases de efecto invernadero. Y cada uno de nosotros podemos contribuir en alcanzar esta meta, utilizando energías renovables y fomentando el ahorro energético. Sin embargo esta solución, así como tienen un número importante de ventajas, también conlleva unas desventajas significativas como lo son: primero la fiabilidad del suministro, ya que la gran mayoría de estas energías depende exclusivamente de las condiciones meteorológicas que puedan estar presentes en la región, segundo es la gran inversión inicial para obtener energía de fuentes renovables, tercera son las grandes superficies que tienen que ocupar para su construcción e implementación, entre otras.

Una forma de obtener corriente alterna sin necesidad de transmitirla es por medio de plantas de emergencia las cuales funcionan con un motor de combustión interna. De este motor se obtiene la energía necesaria para generar electricidad pero produce emisiones de CO₂.

A través de un motor magnético que utiliza imanes permanentes se puede proporcionar el par necesario para mover el rotor de un alternador y generar electricidad sin contaminación y sin ruido.

El origen de este tema es debido a un ciudadano ruso llamado Perendev el cual intentó construir junto con Michael J. Brady un motor de imanes que se moviera de forma permanente sin utilizar la energía eléctrica, simplemente con un conjunto de imanes permanentes. Los imanes de neodimio han conseguido reemplazar a los tradicionales imanes de alnico y ferrita debido a su mayor flujo magnético.

El sistema de generación con imanes permanentes será útil para las zonas del departamento que no cuenten con líneas de distribución de Empresa de Energía de Arauca ENELAR, debido a que el sistema no requiere alimentar al motor con energía eléctrica ya que solo requiere del flujo magnético de los imanes para accionarse.

El sistema de generación propuesto, está constituido por varios elementos los cuales son: motor de imanes permanentes de neodimio, acoplado directamente a un alternador. El motor de imanes permanentes será para una carga de 5 kW, esto podrá alimentar algunos aparatos eléctricos de una casa, reduciendo los costos de consumo en donde se incluirá también la fabricación de un prototipo de prueba, el cual se encuentra en experimentación y medición de parámetros obtenidos.

El artículo completo debe tener como máximo 15 páginas, incluyendo resumen, cuerpo central, tablas, figuras, gráficos, fotos, cuadros, ilustraciones, referencias y anexos. El texto debe ser editado en Microsoft Word versión 2007 en adelante. El tamaño del papel debe ser carta (21,59 cm x 27,94 cm).

Adicionalmente la estructura de la introducción debe contener: la importancia del tema, antecedentes conceptuales o históricos, definición del problema y descripción de objetivos.

Por lo general la estructura completa de un artículo es: título, autores, palabras clave, introducción, estado del arte¹, marco teórico², metodología para la investigación, resultados, conclusiones, referencias y anexos..

En la introducción se deben presentar los antecedentes, la contextualización, los autores más relevantes, el vacío o laguna del tema de investigación y los elementos que hacen falta que generan una pregunta o un objetivo.

2 Capítulo 2

IMANES PERMANENTES Y MOTORES MAGNETICOS.

Un imán es el cuerpo capaz de producir un campo magnético propio, de forma tal que atraiga al hierro, el cobalto y el níquel.

Los imanes se clasifican en naturales y artificiales. De los naturales la magnetita es el más importante. Los artificiales pueden a su vez dividirse en permanentes y temporales.

Los imanes naturales se refieren a los minerales naturales que tienen la propiedad de atraer elementos como el hierro, el níquel, etc. La magnetita es un ejemplo, compuesto por óxido ferroso férrico, cuya particularidad principal consiste en atraer fragmentos de hierro natural.

Los imanes artificiales son aquellos cuerpos magnéticos que pueden adquirir propiedades magnéticas, por ejemplo, al friccionarlos con magnetita o al estar expuestos a algún campo magnético se transforman de manera artificial en imanes. Estos imanes se clasifican en:

- Imanes temporales.- se caracterizan por poseer una atracción magnética de corta duración.
- Imanes permanentes.- son aquellos imanes los cuales conservan la propiedad magnética por un tiempo perdurable [8].

¹ Situación actual del área de conocimiento, recolección de datos del sector o recolección de información similar de otros quienes hayan abordado el problema.

² Conocimientos teóricos necesarios para comprender el tema de investigación. Uso de herramientas y métodos validados (estadística, matemáticas, constructos)

2.1 CLASIFICACIÓN Y PROPIEDADES DE LOS IMANES PERMANENTES.

Las características que presentan los imanes permanentes, así como otro tipo de materiales con propiedades magnéticas son:

La densidad de flujo magnético representado por B , es el campo total dentro del material. La intensidad de magnetización representado por H es el campo magnético inductor originado, por ejemplo, debido a una corriente que circula por una bobina o por un conductor. La temperatura de Curie representada por T_C es la temperatura a la cual se pierden las propiedades magnéticas de los metales o materiales.

Cuando se aplica un campo magnético a un material con propiedades magnéticas y después se retira ese campo, por ejemplo, a un material ferromagnético, permanece un flujo residual también conocido como magnetismo remanente representado por B_r ; para forzar este magnetismo remanente o flujo residual a ser cero se requiere aplicar una intensidad de campo magnético coercitivo representada por H_c , con polaridad opuesta a la de la intensidad de magnetización.

Estas características son fácilmente observables en la curva de magnetización de los materiales, también conocida como ciclo de histéresis. Para observar mejor esta característica, se tiene la figura no.1, en la que se muestra un ejemplo de la curva de magnetización de un material ferromagnético en donde se explica brevemente las características de ésta curva [5].

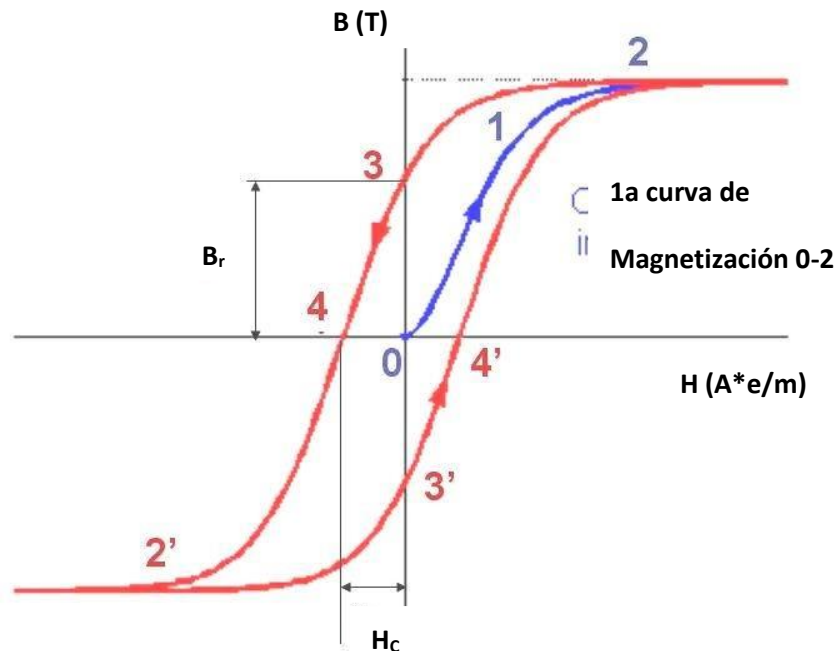


Figura 1. Ejemplo de la curva de magnetización de un material ferromagnético [5].

Zona 0-1: en el punto 0 no hay ni H ni B, porque nunca se ha magnetizado. Conforme aumentamos H, B aumenta linealmente hasta llegar al punto 1.

Zona 1-2: a partir de 1, B no es lineal con H (codo de saturación), y los incrementos de H no producen el incremento equivalente de B. Al llegar al punto 2, B no aumenta más aunque lo haga H, y se dice que el material está totalmente saturado.

Zona 2-3: al disminuir H los valores de B son mayores que en la zona 1-2, donde se realizó la primera magnetización. Al anular H ($H=0$), el campo magnético no se anula (punto 3). A este valor se le llama “magnetismo remanente (B_r)”. Es decir, aunque anulemos la excitación magnética (H), el campo magnético no se anula y el núcleo de hierro queda imantado con magnetismo remanente.

Zona 3-4: invertimos la excitación ($H<0$), pero hasta que no se llegue al punto 4, B no se anula. A esta excitación magnética negativa se la llama excitación coercitiva (HC). A partir de este punto 4, ocurre lo mismo pero en sentido contrario (puntos 2', 3' y 4'). A partir de 4', la zona 1-2 de primera magnetización, no se repite.

Para los imanes permanentes, la parte importante de la curva de histéresis es la situada en el segundo cuadrante pues su flujo remanente y el campo magnético coercitivo deben ser tan grandes como sea posible para que su campo magnético tenga mayor densidad y se prolongue por un periodo largo.

Los imanes permanentes se clasifican en:

- Imanes cerámicos o ferritas
- Imanes de alnico
- Imanes de tierras raras

Los imanes cerámicos o ferritas tienen un aspecto liso y color grisáceo. Suelen ser de los más utilizados debido a su maleabilidad. Aunque, por otro lado, al ser frágiles, corren el riesgo de romperse con facilidad. Están fabricados de ferrita, de bario ($BaFe_{12}O_{19}$) o de estroncio ($SrFe_{12}O_{19}$).

Los valores de flujo remanente de los imanes de ferrita son unas 2 o 3 veces menores que los imanes de neodimio, samario – cobalto y alnico. Los imanes de ferrita poseen una intensidad de campo magnético coercitivo de gran magnitud, lo que posibilita utilizarlos en presencia de grandes campos magnéticos. Además, pueden encontrarse a temperaturas altas sin perder sus propiedades magnéticas, contrario a las temperaturas bajas con las que pierde rápidamente su propiedad coercitiva.

Las aplicaciones básicas de los imanes de ferrita son: motores, generadores, electrónica (p.ej. altavoces, micrófonos, alarmas), juguetes mecánicos y cerraduras magnéticas (muebles),

separadores, elevadores y mucho más, en particular donde lo permite el espacio constructivo accesible y no se requiere miniaturización ni alta estabilidad térmica.

A los imanes de alnico se les llama de esta forma debido los elementos que lo componen, el aluminio, níquel y cobalto. El imán alnico se caracteriza por su más alta estabilidad térmica de todos los imanes permanentes, así como por su elevada temperatura de Curie. Presenta también la más alta resistencia a la corrosión. Su flujo remanente es parecido al de los imanes de samario – cobalto. Sin embargo, su baja coercitividad imposibilita utilizar los imanes alnico en presencia de grandes campos magnéticos, lo que limita su uso.

El imán alnico se utiliza principalmente en: aparatos de medición, aparatos de control, muchos tipos de transductores y sensores, motores y generadores, y muchos otros aparatos que requieren estabilidad magnética frente a la temperatura, y el espacio constructivo suficientemente grande para poder contener el imán.

Los imanes de tierras raras clasifican en dos categorías de acuerdo al material químico del que se componen, ellos son los de samario – cobalto y los de neodimio.

Entre las ventajas del imán de samario-cobalto destacan la alta estabilidad térmica (parecida a la de los imanes de alnico), a la cual le acompañan los valores altos de magnetización, coercitividad y remanencia. Estos imanes presentan una alta resistencia a la corrosión, y gracias a propiedad coercitiva muy grande pueden utilizarse en presencia de grandes campos magnéticos.

Los imanes de samario-cobalto son utilizados en motores pequeños y generadores, aparatos de medición y control, varios tipos de transductores y sensores, y muchos otros aparatos que requieren estabilidad magnética frente a los cambios de temperatura (-60 °C a 250 °C). La aplicación de estos imanes posibilita la miniaturización de los aparatos, que en la actualidad se fabrican con imanes de ferrita y de alnico [7].

2.2 PROPIEDADES DE LOS IMANES DE NEODIMIO.

Un imán de neodimio (también conocido como imán NdFeB, NIB, o Neo) es el tipo de imán de tierras raras más utilizado, es el resultado de una aleación de neodimio, hierro y boro, combinados para formar un compuesto con la fórmula empírica $Nd_2Fe_{14}B$. Fue desarrollado en 1982 por la General Motors y la división de metales especiales de la Sumitomo Metal Industries. Los imanes de neodimio son los imanes permanentes fabricados con mayor fuerza magnética. Han reemplazado a los demás tipos de imanes permanentes en varias aplicaciones de la industria moderna como la fabricación de motores en herramientas inalámbricas, discos duros, y sellos magnéticos. Los imanes de neodimio se fabrican en forma de barras, circulares, entre otras. En la figura no.2 se muestra la imagen de imanes de neodimio de forma circular.



Figura 2. Imanes de neodimio forma circular

A continuación se presenta la tabla no.1, donde se comparan los valores de temperatura de Curie y temperatura máxima de operación entre los imanes permanentes, en la que se puede observar que los imanes permanentes de neodimio presentan una desventaja respecto a los demás.

Tabla 1. Comparación de temperaturas entre los imanes permanentes [16].

Imán permanente	Temperatura de Curie (T_c)	Temperatura máxima de operación ($T_{m\acute{a}x}$)
Neodimio-Hierro-Boro	310 °C (590 °F)	150 °C (302 °F)
Samarium-Cobalto	750 °C (1382 °F)	300 °C (572 °F)
Alnico	860 °C (1580 °F)	540 °C (1004 °F)
Cerámico	460 °C (860 °F)	300 °C (572 °F)

Los imanes de neodimio poseen la mayor capacidad remanente, una elevada coercitividad, tal como lo muestra la figura no.3 pero presentan una baja resistencia a la corrosión así como temperatura de Curie mucho más baja que otros tipos de imanes. Para preservar las

propiedades magnéticas de estos imanes a altas temperaturas usualmente se suele aliar al neodimio con terbio y disprosio.

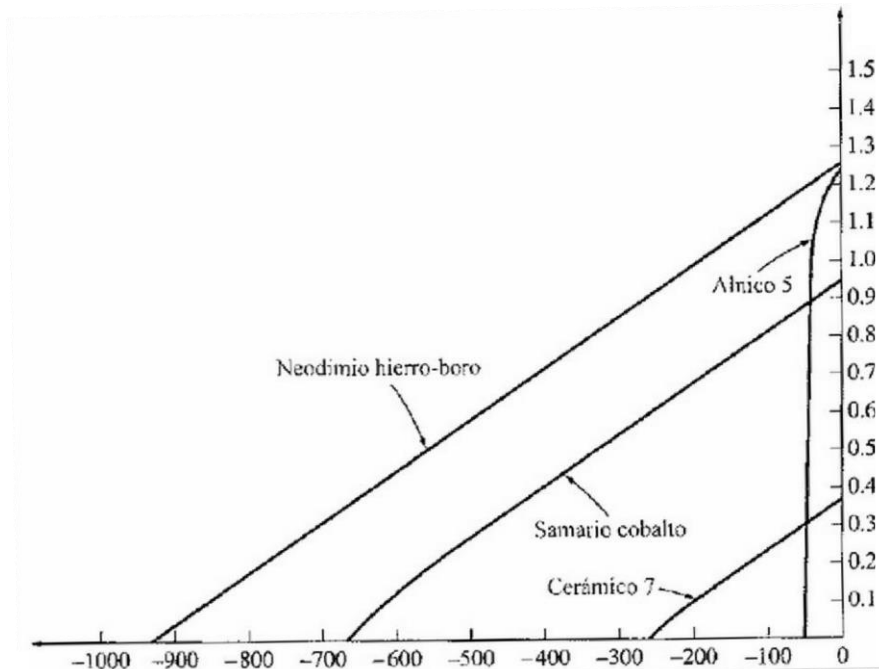


Figura 3. Segundo cuadrante de las curvas de magnetización de algunos de los imanes permanentes, donde se observa que la curva del neodimio combina un alto flujo remanente y alta intensidad de campo magnético coercitivo [1].

Para la identificación de polos de estos imanes hay tres diferentes maneras.

La manera más sencilla es usar otro imán de neodimio que ya está marcado. En virtud de las propiedades magnéticas, el Polo Norte del imán marcado atraerá el Polo Norte del imán de neodimio sin marcar y rechazará el Polo Sur.

Otra manera es coger una brújula y acércala al imán de neodimio que se desea marcar. El Polo Norte de la brújula se sentirá atraído por el polo sur del imán de neodimio y repelido por el Polo Norte.

Por último, se puede coger un imán y colgarlo de una cadena para que sea de giro libre. El Polo Norte del imán será el que apunta hacia el norte.

Así como presenta ventajas, su manejo inadecuado presenta riesgos para los usuarios, pues si llegasen a chocar unos con otros con fuerza suficiente podrían ocasionar que se rompan y provocar una gran caída de astillas volando a gran velocidad que pueden causar serias lesiones. Los fuertes campos magnéticos puede ser peligrosos para dispositivos mecánicos o electrónicos, como así también pueden provocar la pérdida de datos en dispositivos de

almacenamiento magnéticos como las tarjetas de crédito, y magnetizar relojes y otros mecanismos de relojería, etc. Si accidentalmente una persona queda atrapada entre dos imanes, o entre un imán y una superficie metálica, la reacción natural de tratar de liberar el miembro o la parte corporal atrapada puede provocar alguna fractura, por tanto lo que se debe buscar al utilizar éstos imanes es trabajar con cuñas que pueden ser de cobre que permitan la separación de los imanes sin causar daño alguno a la persona.

2.3 APLICACIÓN DE LOS IMANES DE NEODIMIO.

Los imanes de neodimio han reemplazado a los tradicionales imanes de alnico y ferrita en muchas de las miles de aplicaciones que tienen en la tecnología moderna, allí donde se requiera poderosos imanes permanentes para una determinada aplicación. Esto es debido a que su gran fuerza magnética permite el uso de piezas mucho más pequeñas y livianas [6].

Algunos ejemplos son:

- Actuadores para las cabezas de lectura de discos duros
- Producción de imágenes por resonancia magnética nuclear (MRI)
- Pastillas para guitarras eléctricas.
- Altavoces y auriculares
- Herramientas inalámbricas
- Servomotores
- Motores para automóviles tanto híbridos como eléctricos, por ejemplo, el motor eléctrico del vehículo Toyota Prius requiere de 1 kilogramo de neodimio para su fabricación.
- Generadores eléctricos para turbinas de viento para los cuales se llega a necesitar 600 kg de materia prima por MW. La demanda para el neodimio en vehículos eléctricos se estima que es 5 veces mayor que en turbinas de viento.
- Motores eléctricos síncronos y motores paso a paso [14].

Las máquinas rotativas de imanes permanentes, como las de imanes de neodimio, permiten prescindir de bobinas polares, escobillas, excitatriz y equipos reguladores de tensión, tal como se muestra en la figura no.4. Éste tipo de máquinas eliminan las pérdidas producidas por la excitación del rotor, aumentando la eficiencia y optimizando el rendimiento, incluso a regímenes bajos de carga, además de reducir los requisitos de refrigeración.

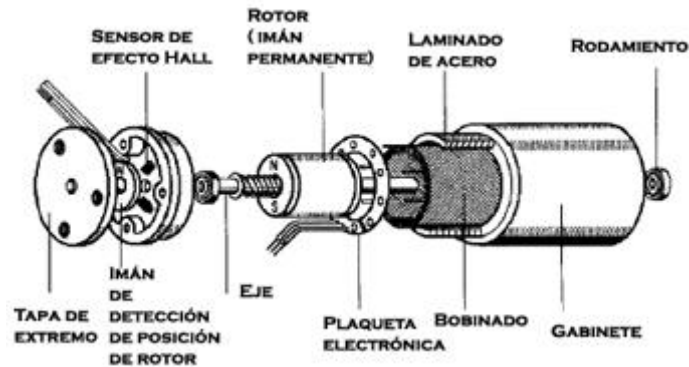


Figura 4. Ejemplo de un motor con imanes permanentes [15].

2.4 MOTORES MAGNETICOS.

2.4.1 CARACTERISTICAS Y FUNCIONAMIENTO DE LOS MOTORES MAGNETICOS.

MOTOR MAGNETICO PERENDEV.

El experimento de Perendev se basa en la inestabilidad y el bajo grado de libertad del sistema magnético. Los imanes se ponen a lo largo del perímetro de la rueda, todos ellos con la misma polaridad. Los magnetos serán dispuestos con un ángulo de 40° (según Perendev, este ángulo puede varias de 20 a 40°) en relación al radio de la rueda y con un espacio angular entre imanes que no supere los 20° (en este caso se trata de 18 imanes equidistantes a lo largo del perímetro de la rueda).

El rotor es de PVC; material poco pesado, muy resistente y no magnético, con lo cual, no se deformarán las líneas de campo. Este lo forman 3 piezas idénticas en posiciones que harán que el sistema no permanezca en equilibrio, para que la fuerza resultante del sistema consiga hacer girar la rueda, tal como se muestra en la figura no.5.

Con esto se demuestra que se puede convertir la energía interna de un sistema magnético en energía mecánica de rotación. En cada rotor son incrustados imanes de neodimio, colocados según la posición detallada anteriormente.

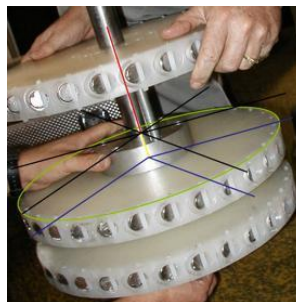


Figura 5. Rotor del motor Perendev [10].

Las tres piezas del estator quedan distribuidas con una separación de 120° entre ellas sobre el centro de la circunferencia.

La rueda fue construida teniendo en cuenta que la distancia de la rueda a las piezas externas fuese la menor posible, esta distancia será entorno a 1mm y la distancia entre los imanes será aproximadamente de 6mm.

Un comentario realizado por Mijhail el 28 Noviembre 2008 dice: El motor Perendev sigue siendo un misterio, a pesar de que hace unos dos años que tenía que estar en el mercado no da salido.

Parece ser que Michael J. Brady su inventor puede estar siendo presionado para no sacarlo, según comentarios de algún foro de energía. O también puede suceder, que está esperando el momento oportuno [10].

MOTOR MAGNETICO JOHNSON.

El motor de Howard Johnson se considera que es tal vez el invento más innovador en tecnología de Motores Magnéticos. Gracias a la obra de Johnson, muchos otros han seguido sus pasos en la medida en que ahora es posible utilizar un dispositivo similar para generar su propia electricidad en el hogar.

Como todos los motores magnéticos, el motor Johnson utiliza una serie de colocados estratégicamente imanes alrededor de un rotor. Lo que hace que el motor Johnson único es que se utiliza dos juegos de imanes.

El primer conjunto de imanes, conocidos como imanes del estator, se fijan en el interior de una carcasa con forma de cilindro / cilindro. Un tambor giratorio se coloca dentro de la caja y esto es efectivamente el rotor. Se adjunta a este tambor giratorio son otro conjunto de imanes llamados imanes de la armadura [10].

MOTOR/GENERADOR DE IMÁN PERMANENTE DE SHENHE WANG

ShenHe Wang ha diseñado y construido un generador eléctrico de cinco kilovatios de capacidad. Este generador es alimentado por imanes permanentes y no utiliza combustible para funcionar. Usa partículas magnéticas suspendidas en un líquido [10].

MOTOR/GENERADOR DE IMÁN DE ECKLIN Y BROWN.

En el generador de Ecklin-Brown el eje de rotación no mueve bobinas que pasan frente a imanes, sino que mueve una pantalla magnética que, alternativamente, bloquea y restaura el flujo del campo magnético a través de unas bobinas generadoras de corriente. La figura no.6 muestra el esquema del generador de Ecklin-Brown. Un material disponible comercialmente llamado "mu-metal", es particularmente bueno como material de blindaje magnético y el motor Ecklin- Brown utiliza una pieza de este material.

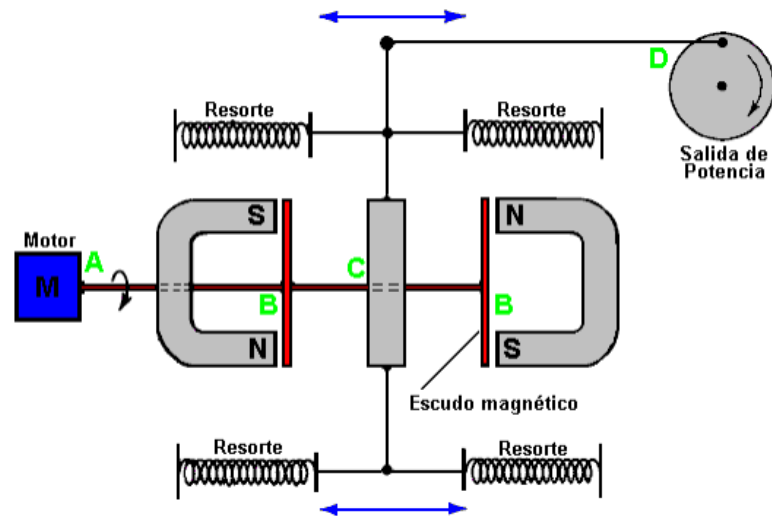


Figura 6. Diagrama del primer estilo de operación del motor de John W. Ecklin [10].

El motor en el punto "A" hace girar el eje y las tiras de blindaje en el punto "B". Estas tiras rectangulares de mu-metal, crean un camino muy conductivo para las líneas de fuerza magnética cuando están alineadas con los extremos de los imanes, así que efectivamente anulan en ese momento el efecto de frenado de los imanes en el área del punto "C". En el punto "C", una barra metálica, suspendida entre cuatro resortes es movida hacia la izquierda cuando el imán de la derecha está blindado y el imán de la izquierda no está blindado. Cuando el eje motor gira un poco más, la barra metálica es movida hacia la derecha cuando el imán de la izquierda está blindado y el imán de la derecha no lo está. Esta oscilación se hace pasar por un acoplamiento mecánico al punto "D" donde es utilizado para hacer girar un eje que mueve un generador.

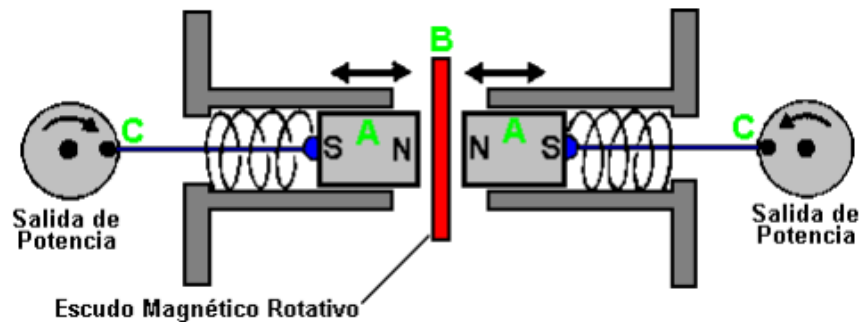


Figura 7. Diagrama del segundo estilo de operación del motor de John W. Ecklin [10].

En la figura no.7 muestra el diagrama del segundo estilo de operación del motor de John W. Ecklin, el cual, comparte la misma idea del blindaje que el estilo anterior, pues se utiliza para producir un movimiento que se convierte luego en dos movimientos de rotación para mover dos generadores. El par de imanes 'A' se colocan en una cápsula y son presionados uno contra el otro por dos resortes. Cuando el blindaje magnético 'B' se interpone entre los imanes, los resortes quedan totalmente extendidos. Cuando un pequeño motor eléctrico mueve el escudo magnético y este deja de interponerse entre los dos imanes, estos se repelen fuertemente debido al enfrentamiento de dos polos iguales. Esto comprime los resortes y a través de las barras conectoras 'C', se mueven los ejes de dos generadores, que producen potencia eléctrica de salida [10].

MOTOR MAGNETICO ZAPATA.

El inventor José Alberto Zapata ha desarrollado un motor magnético después de muchos años de investigación. Con este motor es capaz de generar 12V ya que utiliza un alternador pequeño debido a que es experimental. José Zapata está trabajando en la realización de un motor más grande, con tres filas de imanes y 25 HP de potencia.

El ingeniero Zapata vive de reparar maquinaria y gasta en sus motores. En los casi 15 años desde que dijo públicamente lo de su motor, no ha tenido más que problemas [10].

2.4.2 APLICACIÓN DE LOS MOTORES MAGNETICOS.

La investigación del motor magnético puede resultar de muchas aplicaciones, por ejemplo, el motor magnético puede generar calor, y calentar una vivienda. O se le puede añadir un embrague, y poder usarlo en una Moto-Magnética, o en un Coche, incluso una lavadora que gire por imanes sin necesidad de gastar tanta electricidad en su giro [11].

También el desarrollo de un Motor Magnético puede traer nuevas investigaciones científicas, llega a unas revoluciones increíbles comparadas con los motores actuales, y se podría empezar a descubrir una nueva ciencia, como es la levitación, nuevos motores espaciales que no consuman combustible.

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Diseños preliminares de la estructura del Prototipo.

Los diseños preliminares han sufrido alteraciones constantemente ya que a medida que se van probando los diseños el sistema se va variando, cada uno de los sistemas que hemos diseñado en inventor tiene sus ventajas y consecuencias y dependemos también mucho de los materiales y las herramientas que tenemos a disposición.

Primer Diseño:

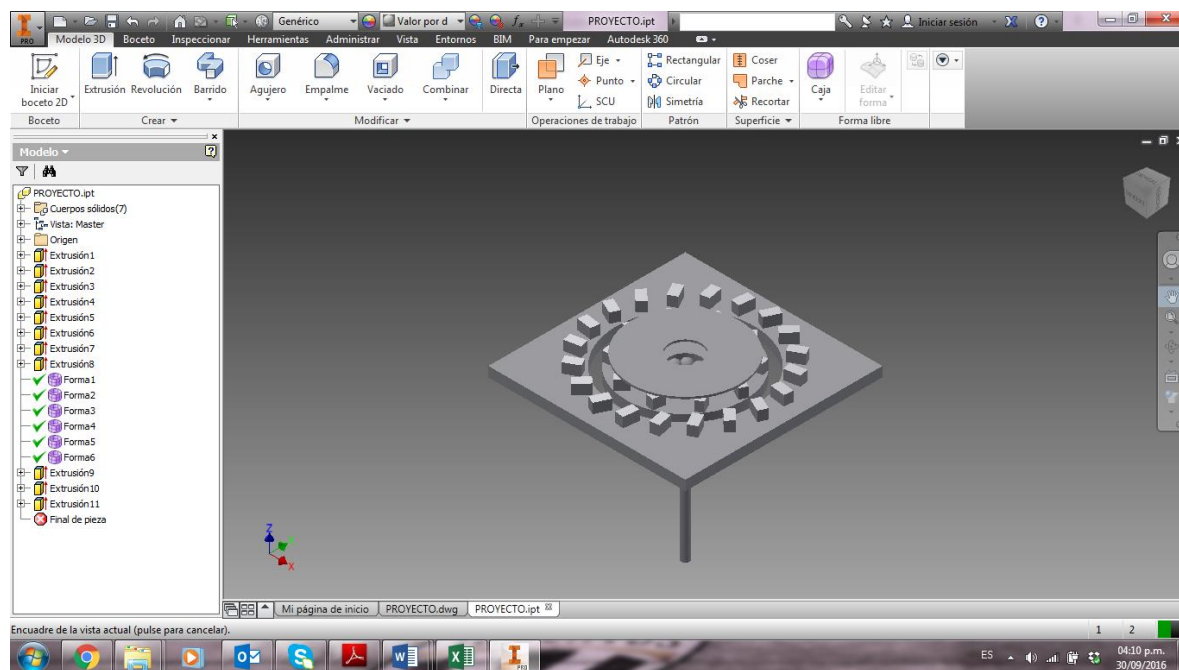


Figura 8. Diseño preliminares generador.

Como vemos en la figura 8, este el diseño que se pensó inicialmente para ser el generador de energía, pero tuvimos algunos inconvenientes por la exactitud de los imanes y la poca velocidad que se generaba; sin embargo, no se ha desechado aun, está en periodo de investigación para aumentarle la eficiencia en materia de velocidad angular. Como se puede ver, es un diseño sencillo que contrapone los imanes, los del estator y los del rotor para que

queden los dos con el mismo polo enfrentados, para que se cree así una repulsión magnética y haga mover el rotor.

Ventajas:

- Fácil construcción.
- Económico.

Desventajas:

- Exactitud en la posición de los imanes, tanto en el rotor como en el estator.
- Total manejo del campo magnético.

Segundo Diseño

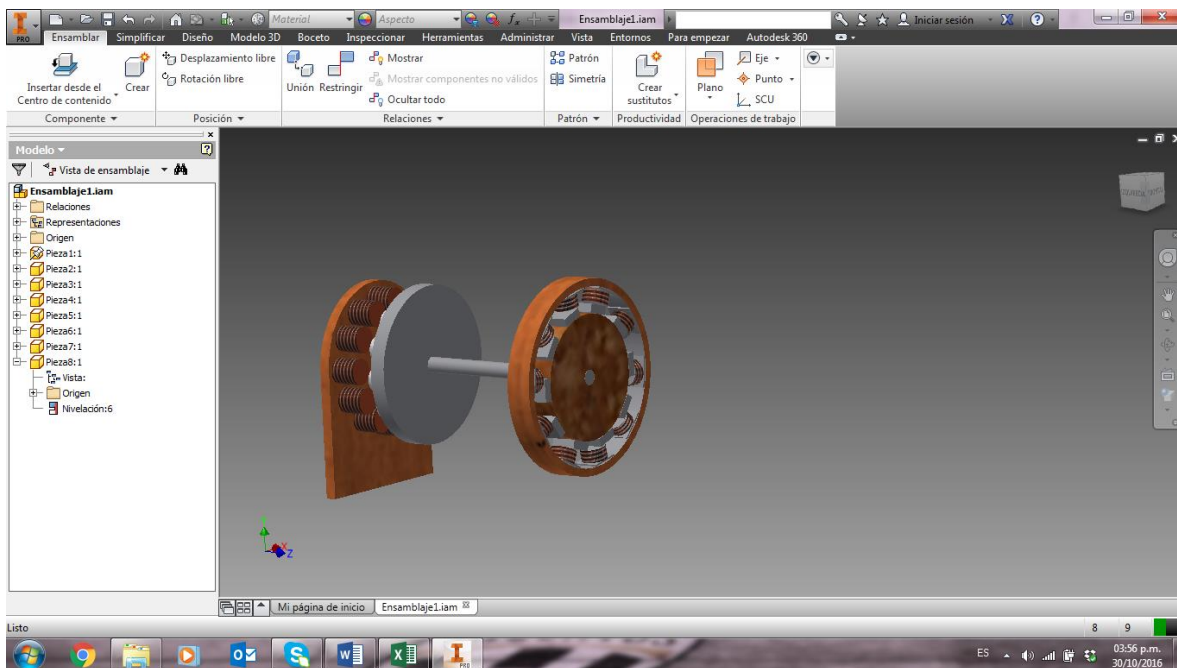


Figura 9. Segundo diseño hecho en el software Inventor de Autodesk.

En este segundo diseño, aunque es un poco complejo en la construcción, es más manejable que el diseño anterior. Este diseño consta de dos partes principales, la conversión de energía eléctrica en mecánica y la conversión e energía mecana en eléctrica.

LA CONVERSIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN MECÁNICA

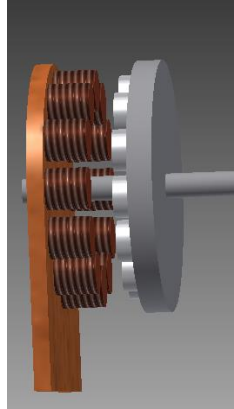


Figura 10. Perfil del segundo diseño.

En esta conversión es necesario una batería de 12 v, para poder alimentar las bobinas, las cuales se van a convertir en un electroimán por medio de la repulsión hace que el rotor que se encuentra al frente compuesto por imanes de neodimio gire con gran velocidad, este rotor esta unido mediante un eje a la otra parte del proyecto que es la conversión de energía mecánica en eléctrica.

LA CONVERSIÓN DE ENERGÍA MECANICA EN ELECTRICA.



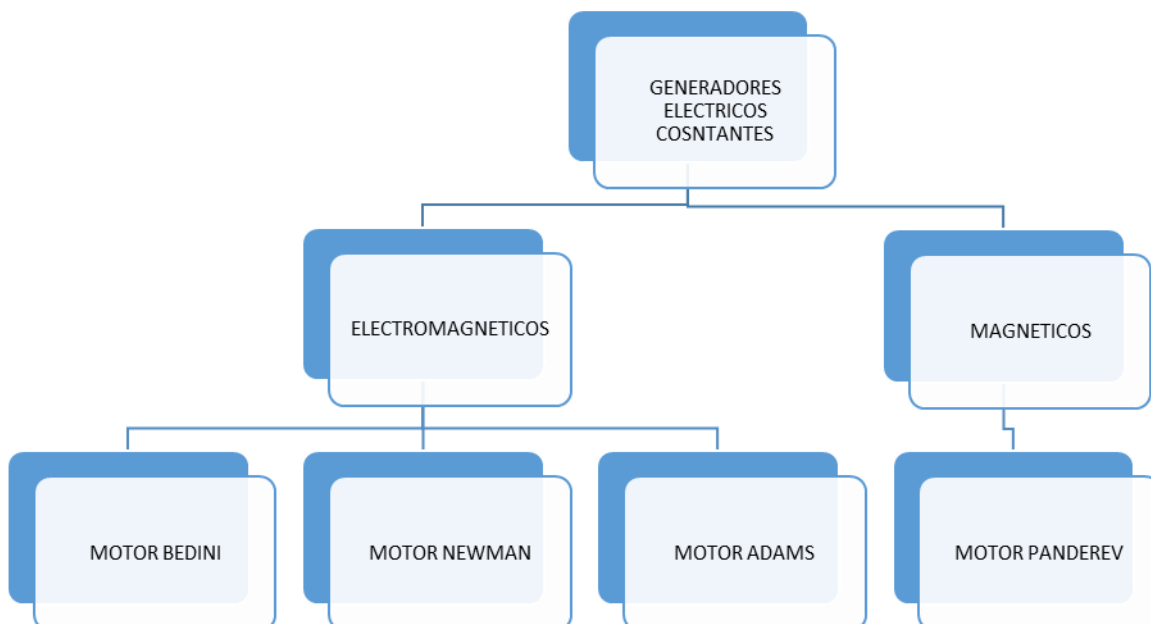
Figura 11. Vista frontal del segundo diseño.

Esta segunda parte consta de un rotor que es accionado por la primera etapa, este rotor tiene imanes de neodimio y además hay un estator con una serie de bobinas conectados en serie entre si, similar al alternador de una motocicleta, de modo al, que al girar el rotor, éste le va a generar una indicción magnética a las bobinas y con ello una diferencia de potencial entre sus extremos. La idea es que esta segunda etapa del proyecto genere más de las que se consume en la primera y así obtener un rendimiento superior a 1.

2. PROTOTIPOS Y PRUEBAS GENERALES.

Los casos exitosos de un tipo de generación de energía eléctrica constante y limpia, no son muchos, algunas publicaciones en YouTube y demás páginas de poca reputación nos muestran diferentes manera de hacer este generador, pero con poco fundamento teórico, más si embargo en otras ocasiones se han podido evidenciar casos bien fundamentados en donde se ve la generación de energía de una manera más clara.

Por eso, tratamos de generar investigación y desarrollo tecnológico con algunos de estos casos, para ver qué tan cierto o falso resultan ser ciertas afirmaciones, y que componentes tanto de una manera como de otra podemos aplicar para llegar a tener un prototipo que sea verdaderamente eficiente y amigable con el medio ambiente.



La grafica anterior nos muestra, las diferentes clasificaciones que pudimos sacar acerca de los diferentes motores funcionales que dicen ser de energía constante e infinita.

Los electromagnéticos tienen un funcionamiento bastante parecido los tres, la diferencia radica principalmente en la forma del de la obtención de la energía eléctrica obtenida. Y los motores magnéticos, se tiene principalmente con el motor panderev que se utiliza solo imanes de neodimio y demás partes estructurales pero sin el menos consumo de energía eléctrica.

Motor Bedini.

El motor del Sr. John C. Bedini [10] es un motor de pulso que saca una energía extra de la gravitación terrestre y no de los imanes, es decir, este motor pertenece a la categoría conocida como “Rueda Gravitacional”.

Los imanes ubicados en el borde del rotor hacen que la densidad del peso del mismo quede ubicado en la orilla como si tuviera un péndulo, y como existen varios imanes, es como si tuviésemos varios péndulos independientes. En la imagen aparece un esquema físico.

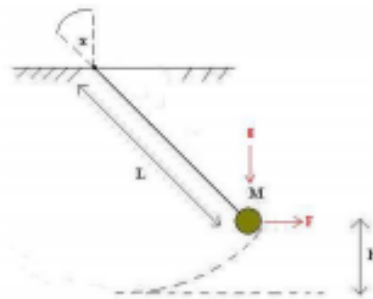


Fig.3. Esquema físico de un péndulo.

Como se puede apreciar, si un péndulo inicialmente se encuentra colgado por su propio peso y le aplicamos una fuerza F siempre horizontal y constante, el mismo se moverá y formará un ángulo x respecto de la vertical, como el peso de la masa al extremo del péndulo es siempre un vector vertical, el trabajo hecho por la fuerza F no tiene componente vertical, por lo tanto el trabajo hecho por la fuerza peso no se origina de la fuerza F , así la tensión en la cuerda o vástago del péndulo no hace trabajo por lo que tenemos el fenómeno simple y tan poco advertido de que el péndulo es una configuración geométrica que nos permite sacar energía libre de la gravedad y adiccionarla al sistema. Está claro que si dejamos de aplicar la fuerza F ,

la energía de la caída libre del mismo no será 7 mayor que la inicialmente aplicada, lo importante es que en todo momento estas energías sumadas y la adicional aportada de la gravedad aporta energía al eje del péndulo, pues es en el eje donde se da esta ganancia mientras la fuerza es aplicada.

La estrategia es entonces aplicar pulsos cortos de fuerza F , trenes de pulsos de modo que al aplicarlos el sistema gane y sume más y más energía por cada vuelta, como tenemos muchos péndulos en el rotor de Bedini o bien infinitos péndulos en una “Gravity Wheel” tipo volante, en unos pocos segundos el sistema queda con una velocidad final muy elevada.

En la siguiente figura se muestra el circuito eléctrico que genera el tren de pulsos cuando pasa un imán. En primer lugar cuando pasa un imán por la ferrita hace que las bobinas se carguen de energía. Dicha energía proviene del campo magnético de los imanes y esto hace que el transistor se encuentre polarizado en zona activa y permita la carga de una batería, cambiando la polaridad de la corriente en la otra bobina. De esta forma repele el imán que en ese momento está pasando por el transformador.

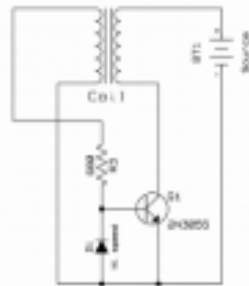


Fig.4. Circuito eléctrico que genera los pulsos

Fig.4. Circuito eléctrico que genera los pulsos En la siguiente figura se muestra el esquema que aparece en la patente 6,545,444 de los Estados Unidos, realizada por John C. Bedini: Fig.5.Diseño de John C. Bedini 8 En nuestro caso hemos decidido realizar una serie de cambios para obtener un mayor rendimiento del motor, ya que el simple giro del motor como se muestra en los esquemas no es suficiente para mantener un campo magnético.

Motor Adams

El motor diseñado por el Sr. Robert Adams ha sido descrito en la “guía práctica de dispositivos de energía libre” de Patrick J. Kelly, capítulo 2, (<http://www.free-energy->

info.com/Spanish.html) como un dispositivo sobre-unitario capaz de entregar más cantidad de energía que la que se le aporta. Básicamente se trata de un motor que funciona con pulsos de corriente continua aplicados a dos pequeñas bobinas, enfrentadas a 180° en la periferia de un rotor compuesto por cuatro imanes desfasados entre sí a 90° . Hay otras cuatro bobinas dispuestas igualmente en la periferia del rotor que tienen mayor tamaño y que están conectadas en serie entre sí, cuya misión es captar la variación del campo magnético de los imanes del rotor en su giro. Algunos replicantes entre los que cabría destacar al Sr. Sparkey Sweet o Tim Harwood, entre muchos otros, han experimentado con sus prototipos de éste sistema ([http://www.wmsn.net/Adams Motor Theory.htm](http://www.wmsn.net/Adams_Motor_Theory.htm)) y (<http://www.angelfire.com/ak5/energy21/adamsmotor.htm>). Han estado buscando la sobre-unidad en la energía extraída de las bobinas captadoras, pero como se puede apreciar también han sido conscientes de la presencia de la fuerza contra-electromotriz o back emf., que sale de las bobinas una vez cesa el corto pulso de corriente que se les aplica. En adelante haré referencia a éste efecto denominándolo “back”. En los experimentos realizados por mi he podido comprobar lo mucho que afectan las distancias entre bobinas e imanes, el instante en que comienza el pulso y la duración de éste. También he podido comprobar diferentes resultados alterando las disposiciones de los imanes en el rotor, aumentando y disminuyendo el número de éstos o variando su polaridad. El aumento de revoluciones también se ha hecho evidente intensificando los campos magnéticos y se ha podido comprobar que es efectivo en otros sistemas como el motor de Bedini. Los mayores quebraderos de cabeza han venido de la mano de la back, a la que culpo del deterioro de un polímetro, dos fuentes de alimentación y una variada lista de semiconductores y otros componentes usados en los experimentos. Tal ha sido la impotencia sentida por no poder progresar en la comprobación de los resultados en las bobinas captadoras, que decidí centrar mi atención en éste particular efecto de la corriente. A partir de ahora es donde comienzo a describir un poco la evolución y el resultado final. 1 En primer lugar, indicar que para el rotor elegí usar el mismo que me sirvió para el estudio del motor de Bedini, que está construido con un cilindro de nailon con cuatro rebajes desfasados a 90° dentro de los cuales permanecen los imanes pegados. El interior del cilindro está mecanizado, centrado con el diámetro exterior, y las medidas son las que represento en el siguiente gráfico.

DATOS Y RESULTADOS

Se han hecho diferentes pruebas con los imanes de neodimio, la idea que por grupos los integrantes del semillero creamos un prototipo de generación diferentes para así crear conocimiento y multiplicarlo con los otros integrantes.

Motor Panderev.



Figura 12. Construcción del prototipo del diseño 2.

Se ha tratado de hacer el motor Panderev, con algunos materiales como los imanes de neodimio y un lector de disco duro, se han visto buenos resultados pero todavía falta más investigación acerca de la exactitud que debe haber en la posición de los imanes con respecto al rotor, además el torque generado no es mucho, entonces no es capaz de mover algún tipo de generador eléctrico. Pero como se dijo, estamos en etapa de investigación y no hemos desechado esta posibilidad.

Motor Bedini.

Primera Parte.

Este tipo de motor nos ha dado mayores resultados que los demás, puesto que se manejamos bobinas que sirven como electroimán con un pequeño consumo de potencia, pero ganamos en control, velocidad y torque, y ayudados con la potencia magnética de los imanes podemos tener mejores condiciones para la generación de energía.

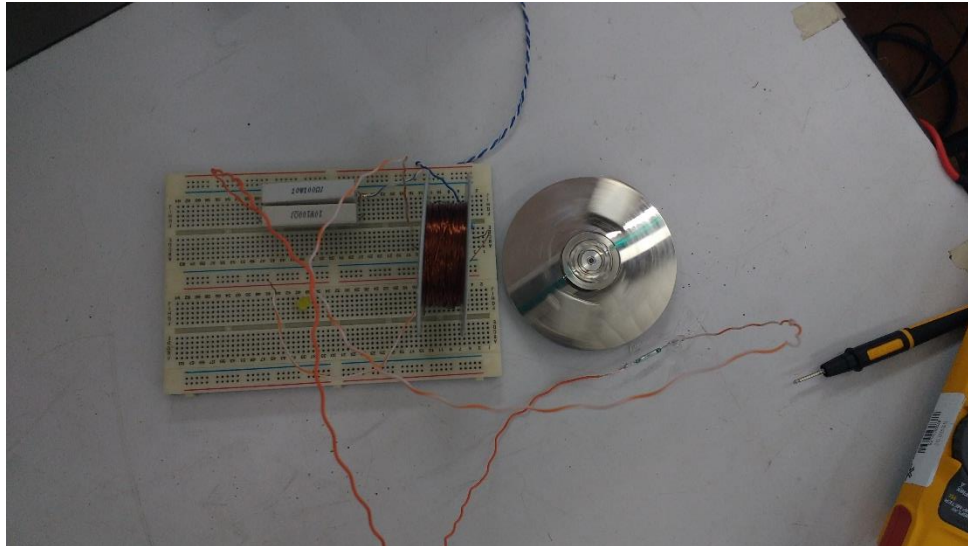


Figura 13. Prototipo de motor panderev mejorado con electroimán.

Como venos en la imagen anterior, primero tenemos 2 resistencias de potencia de 100 Ohmios, cada uno, puesta en paralelo, y en serie de la bobina que cumple las funciones de un electroimán y le aplicamos un voltaje de 12v en DC, y junto a la bobina se puso un rotor con dos imanes de neodimio.

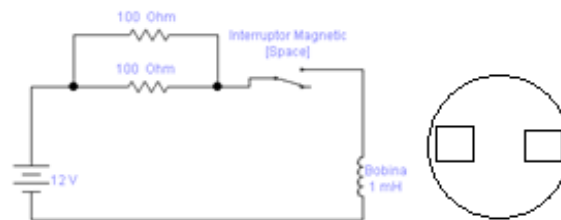


Figura 14. Circuito eléctrico del motor panderev mejorado.

Este sistema fue bueno, pero la velocidad del rotor era muy poca, así que debimos implementar otra bobina, con ello aumentamos exponencialmente la velocidad del rotor y con el mismo consumo de corriente.

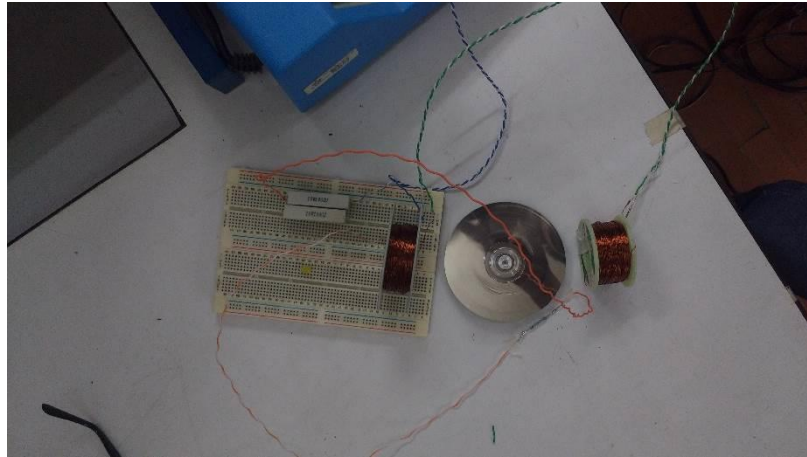


Figura 15. Motor Panderev mejorado con doble bobina.

Con este sistema nos ha dado mayor velocidad y torque, por un pequeño consumo de potencia.

Segunda parte.

En la segunda fase del proyecto del motor bedini realizamos el acople de un sistema electrónico llamado Circuito Lindermann, el cual consiste principalmente de un transistor el cual va a servir como conmutador con elevador de voltaje, esto ayuda a que la bobinas tengan más fuerza y la velocidad aumente considerablemente. El circuito esta de la siguiente manera:

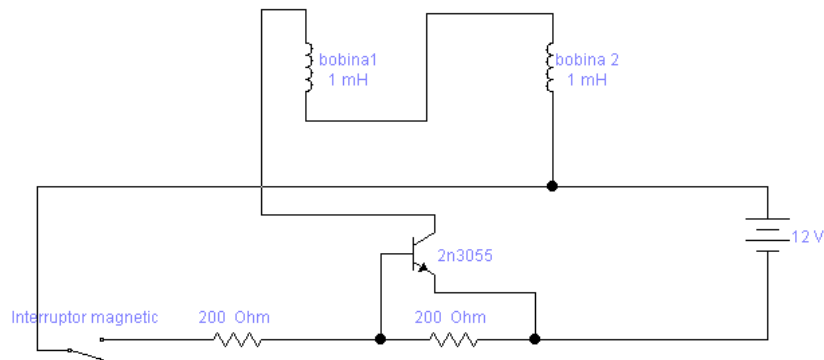


Figura 16. Circuito Lindermann para aumento de velocidad de la bobinas

Con el circuito se aumentó exponencialmente la velocidad pero la tiempo la corriente proporcionalmente fue aumentando quedando a 0,4 Amperios. Lo interesante de este circuito es que las bobinas no solo sirven como electroimán para el movimiento del eje, sino que también funciona como una especie de dinamo en corriente alterna, por la misma acción de los imanes que por la primera ley de Faraday hace una inducción magnética a los devanados de la bobinas y por ende me produce una señal sinusoidal de aproximadamente 10 VCA como se muestra en la siguiente figura.

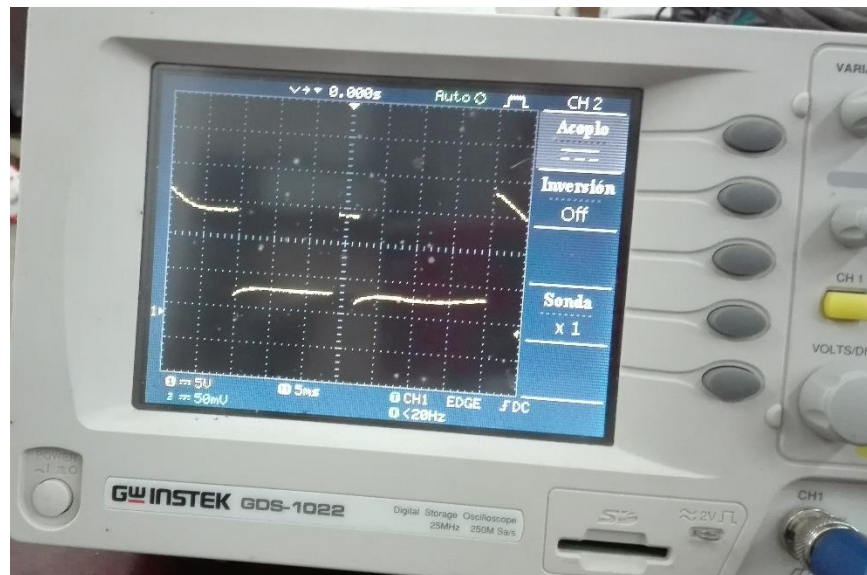


Figura 17. Forma de Onda en alterna generada por la salida en las bobinas.

La forma de onda no es totalmente simétrica y sinusoidal, esto se debe a que el devanado de las bobinas no es igual en las dos, el diámetro del eje de las bobinas tiene diferencias en algunos milímetros y posición de las bobinas no está a 180 grados exactos; todos estos factores influyen en la generación de la forma de onda.

Tercera parte.

La tercera fase consistió en la implementación de un circuito rectificador de onda completa al circuito ya mostrado figura 12. Este circuito rectificador consta de un puente de diodos con una capacidad máxima de 6 amperios y un condensador que sirve como filtro para la atenuación del rizado producido por el puente. El circuito final quedo de la siguiente manera:

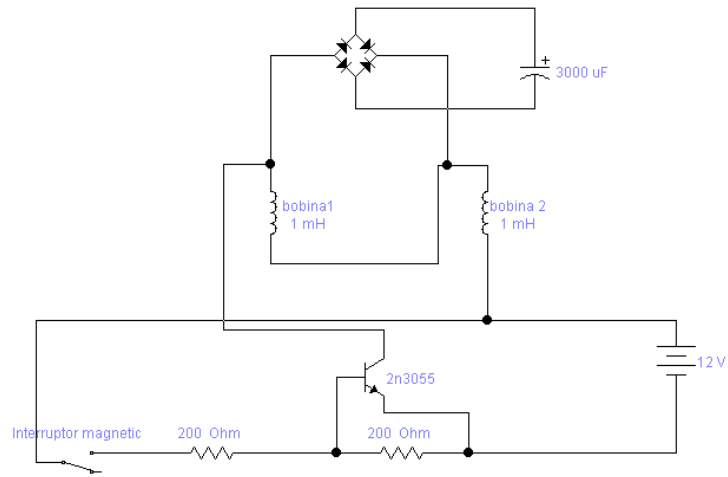


Figura 18. Circuito con rectificador de onda completa.

Este circuito transforma el voltaje en corriente alterna en voltaje de corriente directa dando como resultado un voltaje de aproximadamente 49 VDC.



Figura 19. Voltaje arrojado por el circuito en la salida del capacitor.

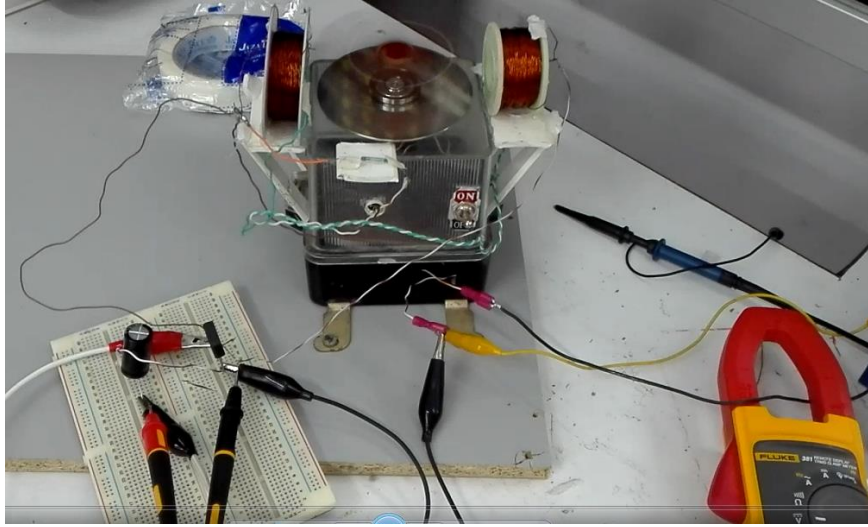


Figura 20. Fase de prueba del rectificador de onda completa.

Cuando se conecta la salida del capacitor en serie con un diodo rectificador para cargar la batería, se evidencia que el voltaje disminuía a 12, 8 voltios, lo cual es ideal para cargar la batería eléctrica, pero se evidencia una notable disminución en la velocidad angular que tiene el rotor compuesto por imanes, pero no me genera ningún tipo de problemas en el circuito.

Como se vio anteriormente, el circuito tenía un consumo de 0,4 Amperios y la corriente que está generando es de 0,45 amperios, eso quiere decir que en realidad tenemos un rendimiento superior a 1, ya que el circuito está recibiendo más de lo que da, con esto vemos que el circuito como tal funciona correctamente pero no es lo ideal que se pretendía hacer, pues al momento de cargar un artículo eléctrico o electrónico de bajo consumo, estamos utilizando en la salida de la batería un inversor eléctrico el cual va a transformar los 12VDC en 110 VAC, y así conectar los cargadores correspondientes, esto hace que el consumo del dispositivo al cargar sea mayor y con ello va a tener mayor consumo en la batería; ya que la ganancia es de 50 mA, y cualquier dispositivo que aumente esta corriente quiere decir que me va a gastar la corriente de la batería. Por ende, el dispositivo no puede estar conectado todo el tiempo a una fuente de consumo sino que se tiene que dejar un tiempo para que él recargue la batería. Los datos, tiempos y cantidad se sacaran más adelante con nuevas investigaciones.

ANÁLISIS

a) Como varia la tensión inducida en función del número de espiras?

Al aumentar el número de espiras y manteniéndose el flujo magnético constante, aumenta la FEM

b) Porque es preferible conectar las bobinas en serie para estas pruebas de laboratorio y no utilizarlas una a una?

Es preferible conectar las bobinas en serie para estas pruebas debido a que en esta conexión comparten la misma intensidad.

c) Como influyen los polos del imán de neodimio en el sentido de circulación de la corriente inducida?

Al presentarse una variación en el sentido de los polos del imán de neodimio, esto influye a que el sentido de la corriente inducida también se modifique y se comporte como una señal alterna.

d) Que tipo de corriente se induce al girar el imán de neodimio?

Cuando el imán comienza a rotar, en el sistema se genera una diferencia de potencial capaz de producir una corriente eléctrica. De este modo se producen tensiones eléctricas entre sus bordes, cuya polaridad es positiva o negativa, se invierte alternativamente con el pasar del tiempo. Cuando esta tensión se aplica a un circuito eléctrico, produce en él una *corriente alterna* que se caracteriza por una inversión alternativa, con idéntica frecuencia, cuya representación gráfica, en función del tiempo, tiene la forma de una línea sinusoidal.

e) Como depende la tensión inducida del tipo de núcleo de la bobina inducida?

La tensión inducida depende del material con el cual está elaborado el núcleo de la bobina.

DISCUSION

Estas pruebas de laboratorio nos permiten entender la relación entre la corriente eléctrica y los campos magnéticos, específicamente, en cómo los campos magnéticos pueden inducir una corriente y fem a otro conductor, en este caso, a bobinas.

En el primer experimento, lo que hacíamos es observar las lecturas del voltímetro cuando se introducía el polo norte de un imán a una bobina. Lo que se obtuvo es que, según el desplazamiento, la lectura del voltímetro era distinta. Cuando se ingresaba el imán (el campo magnético quedaba de tal forma que se alejaba observador) el voltímetro marcaba una lectura hacia la derecha, positiva (la mostrada por la Tabla 1), mientras que al retirarse el imán esta lectura era hacia la izquierda, negativa. La explicación a este fenómeno yace en la corriente inducida en la bobina. Al acercarse el imán, lo que ocurre es que el flujo magnético aumenta, por lo que la fem inducida va a ser tal que se oponga a dicho cambio en el flujo, aumentando en un sentido contrario. Esta fem aumenta hasta cierto valor máximo, y comienza a disminuir hasta cero mientras el imán se detiene para cambiar su dirección (para retirar el imán). Cuando ello ocurre y se empieza a sacar el imán, ahora el flujo varía en sentido opuesto a cuando se ingresaba, disminuyendo, por lo que ahora la fem inducida va a ser tal que se oponga a este nuevo cambio, o sea, en sentido de la disminución del flujo. Por ello es que en esta condición el voltímetro marca un valor negativo al primero; la fem aumenta en sentido opuesto a cuando el imán se ingresaba a la bobina.

Ahora, mientras la bobina tenía más espiras, la fem inducida era mayor. Esto se debe a que el cambio de flujo magnético también induce una corriente, la cual es mayor mientras hay más espiras en la bobina. Por ser el voltaje proporcional a la corriente, entonces también la fem inducida es mayor a mayor número de espiras en la bobina.

El segundo experimento guarda relación con la anterior, nada más que ahora el polo sur del imán es el que se introduce y retira de cada una de las bobinas. Por cambiar la polaridad del campo magnético, las variaciones de flujo son contrarias a las de la actividad anterior y por ende, la dirección de la fem inducida. Es por ello que al observar los valores del voltímetro, al ingresar el polo sur del imán la aguja no se mueve hacia la derecha sino hacia la izquierda, marcando un valor máximo de fem similar pero negativo.

El tercer experimento tenía que ver con un imán que giraba sobre una bobina de 900 espiras. Lo que observamos fue una oscilación periódica de la aguja del voltímetro en torno al punto cero. Lo que ello nos quiere decir es que la tensión inducida no es constante cuando cambia el flujo (el cual conforme gira, va aumentando y disminuyendo), sino que alterna su signo a cierta frecuencia. El núcleo de hierro en el interior de la bobina se dispuso para aumentar la intensidad del campo.

El cuarto experimento nos mostraba la diferencia que existe en cuando a la fem inducida cuando se colocan ciertos materiales dentro de una bobina a la cual se le va a inducir una tensión. Se obtuvo que cuando sólo había aire en su interior, la fem que se indujo era muy pequeña, mientras que si se le colocaba un núcleo de hierro era un poco mayor, y ya cuando se las dispuso a las dos bobinas de manera que estaban conectadas a través de núcleos de hierro

la fem fue mucho mayor. Estas diferencias en cuanto a tensiones inducidas se deben básicamente a las propiedades ferromagnéticas del hierro. Dichas propiedades lo que hacen es inducir un campo magnético en el hierro en la misma dirección que el campo externo, por lo que ocasiona que el campo magnético al cual la bobina conectada al voltímetro sea mayor, ya que se suma al campo generado por la otra bobina conectada a la fuente. Por ser mayor el campo al cual es expuesto, la tensión que se induce en la bobina es mayor. Para observar este fenómeno hubo que abrir y cerrar el interruptor varias veces, de modo que al hacer esto, variábamos el flujo magnético. De no ser así, el flujo hubiera sido constante y no se habría inducido ninguna tensión a la otra bobina. Por último, en la última configuración del circuito la fem inducida fue la mayor debido a que los núcleos que se conectaron hicieron que el campo magnético fuera mucho más intenso.

La ultimo experimento consistía en deslizar una bobina con un núcleo de hierro en su interior cerca de otra bobina conectada a una fuente de voltaje. Lo que esto nos mostró fue que el movimiento del campo y bobina es relativo y que igual en estas condiciones también se induce una fem en la bobina. Esto es porque aunque el campo no se mueva, al deslizar la otra bobina hacemos que el flujo no sea constante en ella, por lo que ocasiona una fem inducida que se opone al cambio en el flujo magnético.

CONCLUSIONES

- Por último, en la parte de ahorro económico, considerando que el motor puede funcionar tal con la cantidad de material indicada en el procedimiento, los ahorros en consumo de energía eléctrica pueden ser considerables, de más del 50% de lo que se paga a la compañía suministradora por el consumo, teniendo en cuenta que el período de recuperación de la inversión es muy corto tratándose de un tiempo solo un poco mayor a un año, con lo que se puede ser un proyecto viable.
- La introducción de energías renovables y eficiencia energética a todo nivel permitirá reducir la dependencia en el uso de los combustibles fósiles.
- Los cálculos para la demostración de los diferentes fenómenos que se presentan para crear energía eléctrica por medio de imanes permanentes son bastante complejos.
- El generador eléctrico de imanes permanentes no se puede utilizar para generar a grandes escales energía eléctrica ya que hasta la actualidad no hay imanes tan potentes para poder ser aplicado masivamente para el consumo total de una vivienda unifamiliar.

RECOMENDACIONES

- Incentivar el estudio y las investigaciones acerca de las energías alternativas no convencionales, ya que además de explorar algo donde no hay mucha información palpable, se puede estudiar más claramente los conceptos de Faraday.
- Todas las investigaciones que se realicen para mitigar el impacto ambiental o para minimizar el consumo de energía eléctrica de la red pública, son beneficiosos.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Chapman, S. J. (2005). Máquinas eléctricas. Cuarta edición. Mc Graw Hill. [2] Buitrón, S. H. (1984). Operación, control y protección de motores eléctricos.

Tercera edición

- [3] VIAKON, “Manual eléctrico de conductores”, Manual de usuario. México (2010). [4] Donald, G.F, & Wayne, H.B. (2008). Manual de ingeniería eléctrica. 13ª Edición. Tomo I. Mc Graw Hill.

- [5] Pérdidas por histéresis. Ciclo de histéresis. (s.f.). Recuperado el 20 de Marzo de 2013, de <http://www.cifp-mantenimiento.es/e-learning/contenidos/44/6.pdf>

- [6] Imanes de neodimio. (2012). Recuperado el 9 de Marzo de 2013, de <http://www.imanesneodimio.com/paginas/aplicaciones>

- [7] Imanes permanentes. (s.f.). Recuperado el 2 de Abril de 2013, de [http://www3.fi.mdp.edu.ar/maquinas-electricas/Teorias%20PDF/MEII/PDF%20Presentaciones%20en%20Impres%20\(.odp\)/T13%20-%20Imanes%20Permanentes.pdf](http://www3.fi.mdp.edu.ar/maquinas-electricas/Teorias%20PDF/MEII/PDF%20Presentaciones%20en%20Impres%20(.odp)/T13%20-%20Imanes%20Permanentes.pdf)

- [8] Tipos de imanes. (s.f.) Recuperado el 12 de abril de 2013, de <http://www.tiposde.org/ciencias-naturales/147-tipos-de-imaness/>

- [9] Aplicaciones de los imanes de neodimio. (2011). Recuperado el 2 de Abril de 2013, de <http://www.imanesneodimio.com/paginas/aplicaciones>

[10] El motor magnético. (s.f.). Recuperado el 2 de Abril de 2013, de <http://www.free-energy-info.co.uk/Chapt1SA.html>

[11] Motores de imanes permanentes aplicados. (s.f.). Recuperado el 2 de Abril de 2013, de <http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=1001&tip=7>

[12] Funcionamiento básico de los generadores. (s.f.). Recuperado el 10 de Abril de 2013, de http://www.endesaeduca.com/Endesa_educa_Catalan/recursos- interactivos/conceptos-basicos/v.-funcionamiento-basico-de-generadores

[13] Generadores de C.A. (s.f.). Recuperado el 2 de Marzo de 2013, de <http://severomaquinaselectricas.wikispaces.com/2.1.1.+Generadores +de+C.A.>

[14] Apuntes sobre imanes. (s.f.). Recuperado el 10 de Marzo de 2013, de <http://globaltekshop.com/APUNTES%20SOBRE%20IMANES.pdf>

[15] Servomotores, motores por pasos y actuadores para control de movimiento. (s.f.). Recuperado el 5 de marzo de 2013, de http://www.tecnoficio.com/electricidad/velocidad_de_motores_electricos3.php

[16] Máquinas de imanes permanentes. (s.f.). Recuperado el 10 de Marzo de 2013, de <http://es.scribd.com/doc/96077247/T13-Imanes-Permanentes>

[17] Motores eléctricos de corriente continua. (2009). Recuperado el 8 de marzo de 2013, de <http://tecnonalon.wordpress.com/2009/03/04/apuntes-sobre- mquinas-elctricas-de-cc-y-de-ca/>

[18] Motores AC, DC y universales. (s.f.). Recuperado del 22 de marzo de 2013, de <http://electronica-superioryoshijac.blogspot.mx/p/motores-ac-dc-y- universales.html>

[19] Motores eléctricos. (2012). Recuperado el 15 de abril de 2013, de http://integracion-electronica.blogspot.mx/2012_05_01_archive.html

[20] El motor de imanes permanentes. (s.f.). Recuperado el 3 de Abril de 2013, de <http://nergiza.com/el-movil-perpetuo-que-solucionara-todos-nuestros-problemas-el-motor-de-imanes/>.

[21] Máquinas de corriente continua. (s.f.). Recuperado el 3 de Abril de 2013, de <http://www.monografias.com/trabajos91/maquinas-de-corriente-continua/maquinas-de-corriente-continua.shtml>