



NOMBRE DE LOS RESIDENTES:

Javier Jiménez Hernández

Harvey Cruz Romero

NOMBRE DEL ACESOR:

Ángel Reyes Albores

NOMBRE DEL PROYECTO DE RESIDENCIA:

Valoración y rediseño de un motor jaula de ardilla

Para la generación de energía eléctrica a baja escala

CARRERA:

Ingeniería eléctrica

Tuxtla Gutiérrez Chiapas a 09 de julio del 2014

ÍNDICE

Capítulo 1

1.1 Antecedentes

1.2 Estado del arte

1.3 Justificación

1.4 Objetivo

1.5 Diagrama a bloques

Capítulo 2

Marco Teórico

2.1 Motor de inducción

2.1.1 Tipos de motores de inducción

2.1.2 Funcionamiento y aplicaciones

2.1.3 Partes del motor de inducción

2.2 Generación de corriente alterna (AC)

2.2.1 Tipos de generadores

2.2.2 Funcionamiento y aplicaciones

2.2.3 Partes del generador de corriente alterna

Capítulo 3

Desarrollo del proyecto

3.1 Justificación técnica

3.2 Polos

3.3 Velocidad por minuto

3.4 Frecuencia

3.5 Ciclos por revolución

3.6 Paso polar

3.7 Paso de bobina

3.8 Bobinas totales

3.9 Bobinas por fase

3.10 Distribución de bobina

3.11 Factor de paso

3.11.1 Paso de bobina en grados eléctricos

3.12 Factor de distribución

3.12.1 Determinando n

3.12.2 determinando P°

3.13 Flujo magnético

3.14 Número de espiras por fase

3.14.1 Número totales de conductores

3.15 Número de espiras por bobina

3.16 Corriente de línea

3.17 Sección del conductor

3.18 Diagrama de conexiones

3.19 Reporte de actividades

Capítulo 4

Pruebas y resultados

4.1 Pruebas de vacío

4.2 Pruebas en corto circuito

4.3 Pruebas con carga

4.4 Prueba de resistencia

4.5 Impedancia

4.6 Reactancia efectiva

4.7 Reactancia inductiva

4.8 Inductancia

4.9 Factor de potencia

Capítulo 5

Conclusiones y Ficha bibliográfica

5.1 Conclusiones

5.2 Ficha bibliográfica

VALORACIÓN Y REDISEÑO DE UN MOTOR DE INDUCCIÓN JAULA DE ARDILLA PARA LA GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD A BAJA ESCALA

Javier Jiménez Hernández

Harvey Cruz Romero

1 Introducción

1.1 Antecedentes

En 1824, el físico francés Francois Arago formuló la existencia de campos magnéticos giratorios, denominadas rotaciones de Arago. Los motores de inducción de corriente alterna, fue inventado independientemente por Galileo Ferraris y Nikola Tesla, un modelo de motor de trabajo, después de haber sido demostrada por la primera vez en 1885 y la última en 1887. Presentó su documento técnico de un nuevo sistema de motores de corriente alterna y transformadores con el Instituto Americano de Ingenieros Eléctricos en 1888. [1]

El primer prototipo de motor eléctrico capaz de funcionar con corriente alterna fue desarrollado y construido por el ingeniero Nikola Tesla, presentándolo en el American Institute of Electrical Engineers (Instituto Americano de Ingenieros Eléctricos) actualmente IEEE, en 1888. El motor asíncrono trifásico está formado por un rotor, que puede ser de dos tipos: a) de jaula de ardilla, b) bobinado y un estator, en el que se encuentran las bobinas inductoras. Estas bobinas son trifásicas y están desfasadas entre sí 120° en el espacio, según el Teorema de Ferraris. [2]

Ferraris, un físico italiano que consiguió con este teorema quitar las escobillas del motor que invento el ingeniero Nicola Tesla. El teorema de Ferraris, dice que para un conjunto de bobinas separadas de forma equidistante y por las que circulan unas corrientes senoidales desfasadas en el tiempo se crea un campo magnético senoidal que se desplaza en el espacio con una frecuencia igual a la que circula la corriente por las bobinas. [3]

La inducción electromagnética, descubierta en 1830 por Michel Faraday y Joseph Henry, demostraron que una corriente eléctrica podría inducirse en un circuito mediante un campo magnético variable. Los resultados de estos experimentos llevaron a la ley conocida como Ley de Inducción de Faraday. Esta ley señala que la magnitud de la fuerza electromotriz (fem) inducida en un circuito es igual a la razón de cambio en el tiempo del flujo magnético a través del circuito. [4]

A la unidad de inductancia se la denomina henrio en honor a Joseph Henry. Experimentó y perfeccionó el electroimán inventado en 1823 por el británico William Sturgeon. Hacia 1829 había desarrollado electroimanes con gran fuerza de sustentación y eficacia, esencialmente iguales que los utilizados más tarde en dinamos y motores. En 1831 construyó el primer telégrafo electromagnético, además de idear y construir uno de los primeros motores eléctricos. En 1842 reconoció la naturaleza oscilante de una descarga eléctrica. [5]

1.2 Estado del arte

Generadores de Imanes Permanentes (PMG).

Es un generador síncrono en el que se ha sustituido el bobinado de excitación, normalmente en el rotor, por un sistema formado por imanes permanentes que suministran un campo de excitación constante. Los PMG fabricados por Obeki se usan, para alimentar los reguladores que actúan en la excitación de grandes generadores síncronos. Otro gran uso de nuestros generadores es la generación eólica. Mediante los generadores de Obeki se eliminan las escobillas y los sistemas reductores, con lo que se ahorra en mantenimiento, espacio y precio. [6]

Generadores de Imanes Permanentes para aplicaciones industriales

En lugares apartados de las redes eléctricas nacionales es necesario un suministro estable de energía eléctrica para determinadas aplicaciones, una fuente muy usada en el mundo es la producción de esta a partir de generadores de imanes permanentes. El generador de imanes permanentes también encuentra su aplicación en centrales hidráulicas y ruedas hidráulicas. La configuración básica

consiste en un rotor de imanes permanentes de neodimio, para establecer el flujo magnético de forma axial. [7]

Generador de imanes permanentes de alta velocidad.

Ofrecen un alto nivel de potencia y eficiencia en todas las velocidades con menores dimensiones y peso. ABB fabricó el primer Generador de Imanes Permanentes de Alta velocidad en el año 2003. Los 20 años de experiencia en máquinas de Imanes Permanentes que ABB posee, permiten una máxima optimización de nuestros diseños con un mínimo uso de masa magnética a un costo altamente eficiente, y todo ello asegurando uno de los más altos rendimientos del mercado actual. [8]

Generadores de imanes permanentes de baja velocidad.

En una aplicación de ataque directo, la turbina y el generador se unen conformando una unidad estructuralmente integrada. El diseño permite un acceso libre a todas las partes para una fácil instalación y mantenimiento. El diseño del rotor de baja velocidad simple y robusta, el cual no separa la excitación o el sistema de refrigeración repercute en un mínimo desgaste lo cual reduce los requerimientos de mantenimiento. [9]

La transformación de energía, de los futuros imanes.

Se trata de adaptar un alternador diseñado para funcionar en una turbina eólica, cambiando la hélice por una rueda accionada por la fuerza de una corriente de agua. Si bien el rendimiento es menor, debido al rozamiento, la corriente de agua en un lugar apropiado produce energía constante, y además se convierte en una buena alternativa en aquellos lugares donde no podemos disponer de un viento aprovechable. [10]

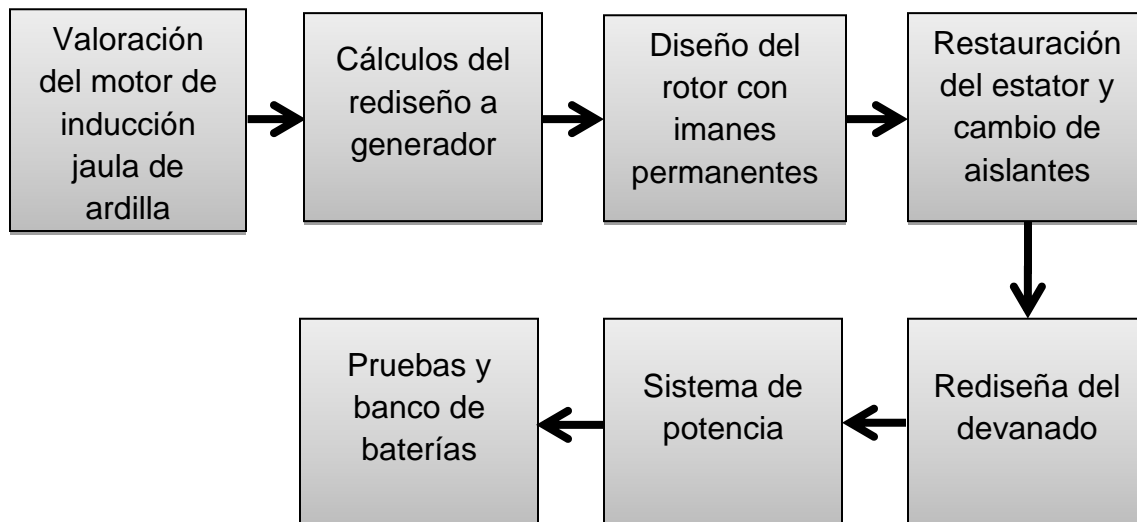
1.3 Justificación

Este proyecto es para el abastecimiento de energía eléctrica en lugares donde es difícil el acceso de la red eléctrica. En una ranchería, finca, haciendas o riveras que cuente con un arroyo o río se podrá instalar un generador para almacenamiento de energía en baterías. La necesidad de este proyecto es que muchos lugares no cuentan con energía eléctrica además que están alejadas de las líneas de transmisión, gracias al banco de baterías se podrá iluminar la casa y el perímetro de la propiedad.

1.4 Objetivo

Valorar, diseñar y construir un generador con un motor de inducción tipo jaula de ardilla. Diseño del rotor con imanes permanentes (neodimio), calculo y rediseño del devanado con el fin de aprovechar los ríos y arroyos de haciendas, ranchos, fincas y riveras para la generación de energía eléctrica. Se rectificará con un puente de diodos trifásico y se almacena en baterías para iluminación de lámparas led de la casa principal y el perimetral de la propiedad.

1.5 Metodología



Valoración del motor de inducción jaula de ardilla.

El motor asincrónico tiene dos partes principales, estator y rotor. El estator es la parte fija de la máquina en cuyo interior hay ranuras donde se coloca el devanado trifásico que se alimenta con una corriente alterna trifásica. La parte giratoria de la máquina se llama rotor y hay de dos tipos, jaula de ardilla y de rotor devanado. Para el generador se recomienda el de tipo jaula de ardilla ya que se tendrá que rediseñar el rotor y el devanado.

Cálculos del rediseño a generador.

Para empezar a calcular los datos del generador, se debe tener como mínimo dos datos: 1) Las revoluciones por minuto (rpm) y 2) la frecuencia dada en Herz (f), con esos datos se calculan los ciclos por revolución, paso polar, paso de bobina, número de ranuras por polo y por fase, bobinas por fase, factor de paso, factor de distribución, flujo magnético de los imanes en líneas, calculo de espiras por fase, calculo de espiras totales y densidad del conductor.

Diseño del rotor con imanes permanentes.

Conociendo el número de polos se puede rediseñar el rotor con los imanes, los imanes de neodimio son de un flujo magnético de 12000 – 13000 gauss. Se tendrá que desgastar el rotor tipo jaula de ardilla a un diámetro en donde entre el número de polos requeridos, se pegaran con resina epóxica reforzada con acero y se terminará con una lija las esquinas que sobresalgan del rotor para evitar rozamiento con el estator.

Restauración del estator y cambio de aislantes.

Se restaurara lijando y pintando la carcasa del estator, con el fin de eliminar el óxido del interior del mismo, se aplicará una capa de barniz de secado rápido en toda la carcasa esto aislará las bobinas. Se colocará papel aislante nuevo en las ranuras que se encuentran dentro del estator como parte de aislamiento entre las bobinas .

Rediseño del devanado.

El devanado es un arrollamiento de conductores circulares o planos alrededor de un núcleo de hierro, con el fin de producir un campo magnético. En este punto se calcula el paso polar, conductores por fase, bobinas por fase, conductores totales en el estator, sección del conductor, el factor de paso y el factor de distribución.

Sistema de potencia.

Un rectificador trifásico o convertidor trifásico es un dispositivo electrónico capaz de convertir una corriente alterna de entrada en una corriente continua de salida, mediante dispositivos semiconductores (diodos) capaces de manejar grandes potencias. El rectificador trifásico cumple con la misma función que un rectificador monofásico, con la diferencia que estos rectificadores son alimentados por fuentes trifásicas.

Pruebas y banco de baterías.

La Prueba de corto circuito: Como su nombre indica, se lleva a cabo con las terminales del sistema de potencia en cortocircuito, consiste en llevar nuevamente la corriente de campo a cero, para luego cortocircuitar y proseguir a incrementar la corriente de campo gradualmente.

Prueba al vacío o prueba en circuito abierto.

Consiste en colocar el Generador en vacío, es decir sin carga alguna en sus bornes, haciéndola girar a su velocidad nominal y con corriente de campo igual a cero. Al ir aumentando gradualmente el valor de la corriente de campo, se obtienen diversos valores ya que la corriente que circula por la armadura siempre será cero debido que se encuentra en vacío.

El Banco de baterías.

Las baterías almacenan la energía proveniente del generador para que sea usada durante la noche. Las baterías son de plomo ácido en dos versiones: electrolito líquido (abiertas y cerradas) y de electrolito inmobilizado (gel) para aplicaciones que requieran muy bajo mantenimiento. El tiempo de vida de una batería depende de la profundidad de régimen carga-descarga (ciclada), es por ello que el tamaño de banco de baterías es determinante en su vida útil.

Capítulo 2

Fundamento teórico

2.1 Motor de inducción

Los motores asíncronos o de inducción son prácticamente motores trifásicos. Están basados en el accionamiento de una masa metálica por la acción de un campo giratorio. Están formados por dos armaduras con campos giratorios coaxiales: una es fija, y la otra móvil. También se les llama, respectivamente, estator y rotor.



Fig. 2.1 Motor de inducción cerrado, rotor jaula ardilla

Es capaz de convertir la energía eléctrica trifásica suministrada, en energía mecánica. La energía eléctrica trifásica origina campos magnéticos rotativos en el embobinado del estator, (parte fija del motor) el cual acciona el rotor jaula de ardilla (parte móvil del motor).

Los motores eléctricos trifásicos se fabrican en las más diversas potencias, desde una fracción de caballo hasta varios caballos de fuerza (HP), se los construye para prácticamente, todas las tensiones y frecuencias (50 y 60 Hz) normalizadas y muy a menudo, están equipados para trabajar a dos tensiones nominales distintas.



Fig. 2.2 Partes internas del motor jaula de ardilla

2.1.1 Tipos de motores

Los motores eléctricos de inducción o cuyo funcionamiento corresponde a este principio electromagnético se tienen básicamente los siguientes tipos.

- Motor de Inducción de Jaula de Ardilla. (CA)
- Motor de Inducción de Rotor Bobinado o Devanado.(CA)
- Motor Universal (de inducción por CA aunque opera también con CC)

Por lo general de manera coloquial se han designado como motores de inducción los motores de CA, trifásicos asíncronos, por ser de mayor comercialización y aplicación industrial. Los fabricantes que siguen las normas NEMA, los han clasificado atendiendo a su curva par de arranque - deslizamiento y a su corriente de arranque, en los siguientes tipos.

Motores de inducción de jaula de ardilla clase A.

El motor clase A es un motor de jaula de ardilla normal o estándar fabricado para uso a velocidad constante. Tiene grandes áreas de ranuras para una muy buena disipación de calor, y barras con ranuras ondas en el rotor. Durante el periodo de arranque, la densidad de corriente es alta cerca de la superficie del rotor; durante el periodo de la marcha, la densidad se distribuye con uniformidad.

Esta diferencia origina algo de alta resistencia y baja reactancia de arranque, con lo cuál se tiene un par de arranque entre 1.5 y 1.75 veces el nominal (a plena carga). El par de arranque es relativamente alto y la baja resistencia del rotor produce una aceleración bastante rápida hacia la velocidad nominal. Tiene la mejor regulación de velocidad pero su corriente de arranque varía entre 5 y 7 veces la corriente nominal normal, haciéndolo menos deseable para arranque con línea, en especial en los tamaños grandes de corriente que sean indeseables.

Motores de inducción de jaula de ardilla clase B.

A los motores de clase B a veces se les llama motores de propósito general, es muy parecido al de la clase A debido al comportamiento de su deslizamiento-par. Las ranuras del motor están algo más profundas que en los motores de clase A, está La marcha del rotor este aumento reduce un poco el par y la corriente de arranque. Las corrientes de arranque varían entre 4 y 5 veces la corriente nominal en los tamaños mayores de 5 HP, se sigue usando arranque a voltaje reducido. Los motores de clase B se prefieren sobre los de la clase A para tamaños mayores y Las aplicaciones típicas comprenden las bombas centrífugas de impulsión, las máquinas herramientas y los sopladores.

Motores de inducción de jaula de ardilla clase C.

Estos motores tienen un rotor de doble jaula de ardilla, el cual desarrolla un alto par de arranque y una menor corriente de arranque, Debido a su alto par de arranque, acelera rápidamente, sin embargo cuando se emplea en grandes cargas, se limita la disipación térmica del motor por que la mayor parte de la corriente se concentra en el devanado superior.

En condiciones de arranque frecuente el rotor tiene tendencia a sobre calentarse, se adecua mejor a grandes cargas repentinas pero de tipo de baja inercia. Las aplicaciones de los motores de clase C se limitan a condiciones en las que es difícil el arranque como en bombas y compresores de pistón.

Motores de inducción de jaula de ardilla clase D.

Los motores comerciales de inducción de jaula de ardilla clase D se conocen también como de alto par y alta resistencia. Las barras del rotor se fabrican en aleación de alta resistencia y se colocan en ranuras cercanas a la superficie. La relación de resistencia a reactancia del rotor de arranque es mayor que en lo motores de las clases anteriores. El motor está diseñado para servicio pesado de arranque, encuentra su mayor aplicación en máquinas con cizallas o troqueles.

Motores de inducción de jaula de ardilla de clase F.

También conocidos como motores de doble jaula y bajo par. Están diseñados principalmente como motores de baja corriente, porque necesita la menor corriente de arranque. El rotor de clase F se diseño para remplazar al motor de clase B. El motor de clase F produce pares de arranque aproximadamente 1.25 veces el par nominal y bajas corrientes de arranque de 2 a 4 veces la nominal. Los motores de esta clase se fabrican de la capacidad de 25 hp para servicio directo de la línea. Debido a la resistencia del rotor relativamente alta de arranque y de marcha, estos motores tienen menos regulación de voltaje que los de clase B.

2.1.2 Funcionamiento y aplicaciones

Funcionamiento.

El funcionamiento de un motor, en general, se basa en las propiedades electromagnéticas de la corriente eléctrica a partir de ellas unas determinadas fuerzas de atracción y repulsión encargadas de actuar sobre un eje y generar un movimiento de rotación. Cuando aplicamos una corriente alterna a un estator, se produce un campo magnético giratorio

Suponiendo que un motor de inducción comercial de jaula de ardilla se haga arrancar con el voltaje nominal en las terminales de línea de su estator (arranque a través de la línea) desarrollará un par de arranque de acuerdo que hará que aumente su velocidad. Al aumentar su velocidad a partir del reposo (100 por ciento de deslizamiento), disminuye su deslizamiento y su par disminuye hasta el valor en el que se desarrolle el par máximo. Esto hace que la velocidad aumente todavía más, reduciéndose en forma simultánea el deslizamiento y el par que desarrolla el motor de inducción.

Los pares desarrollados al arranque y al valor del deslizamiento que produce el par máximo ambos exceden al par aplicado a la carga. Por lo tanto la velocidad del motor aumentará, hasta que el valor del deslizamiento sea tan pequeño que el par que se desarrolla se reduzca a un valor igual al par aplicado por la carga. El motor continuará trabajando a esta velocidad y su valor de equilibrio del deslizamiento hasta que aumente o disminuya el par aplicado.

Se muestra la relación entre los pares de arranque máximo y nominal a plena carga que desarrolla un motor de inducción, como función de la velocidad de éste y del deslizamiento.

Aplicaciones.

Motores de inducción de fase partida.

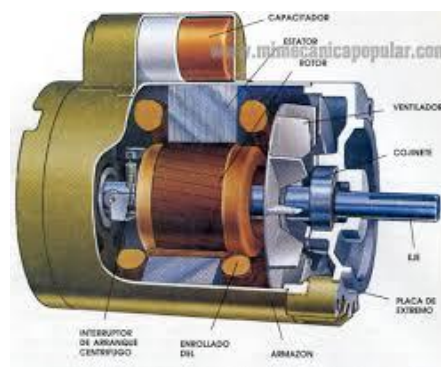
Este tipo de motor tiene una buena eficacia y un par de arranque moderado. Son muy utilizados como motores de accionamiento para lavadoras, secadoras y lavavajillas



Motor inducción de fase partida

Motores de inducción de arranque por condensador

Tienen el mismo rendimiento durante el funcionamiento que los motores de fase partida, pero un par de arranque más elevado. Se utilizan principalmente en sistemas de accionamiento de lavadoras.



Motores de inducción de arranque por condensador

Motores de condensador dividido permanente.

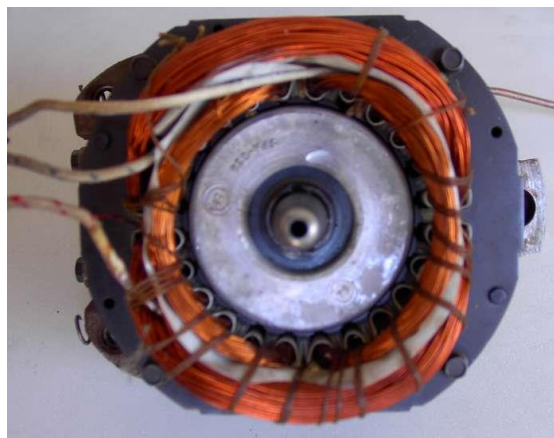
Las principales características de este motor son su alta eficiencia, el funcionamiento silencioso y la reversibilidad continua. Esto hace que sea adecuado para una amplia gama de electrodomésticos, tales como lavadoras, secadoras, ventiladores y aparatos de aire acondicionado.



Motores de condensador dividido permanente partida

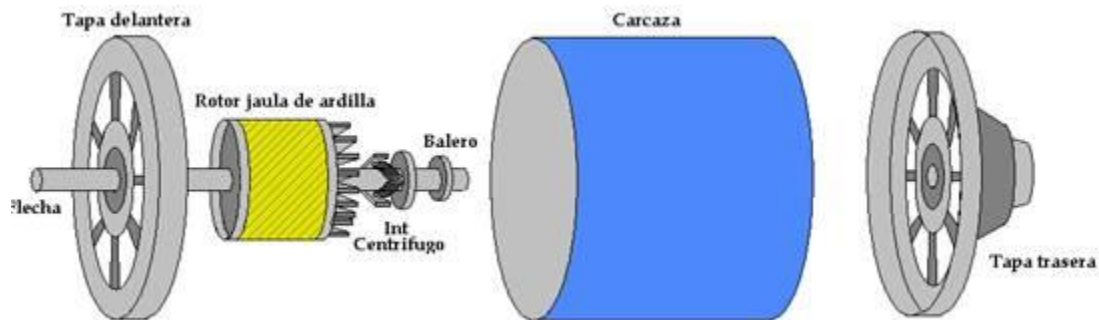
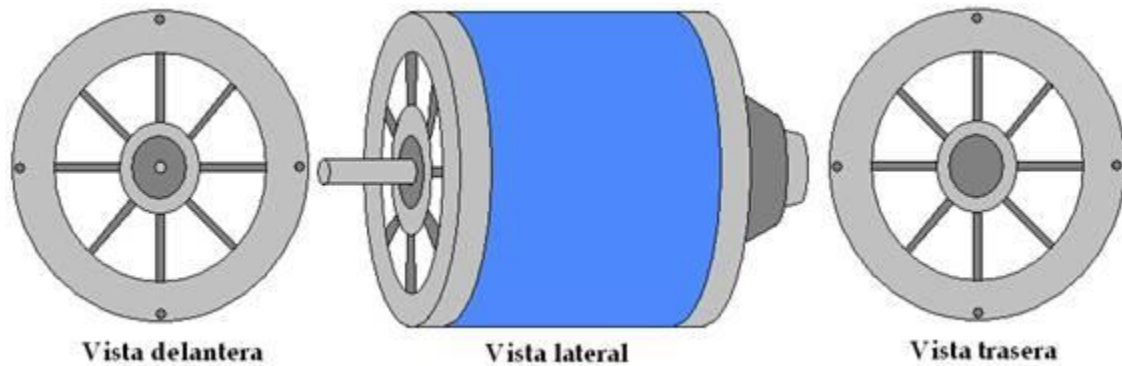
Motores de polos partidos.

Son adecuados para aplicaciones de baja potencia (menos de 200 W). Se utilizan habitualmente en ventiladores domésticos pequeños.



Motores de polos partidos

2.1.3 Partes del motor de inducción



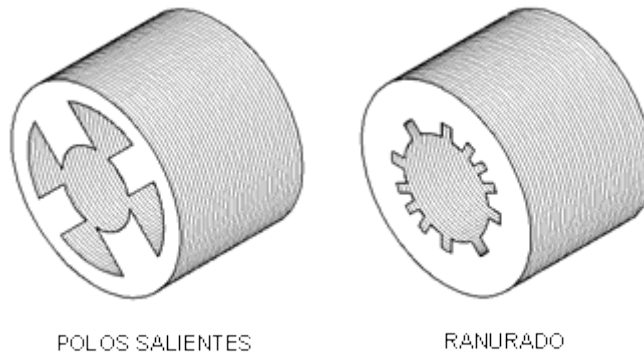
Estator.

El estator es el elemento que opera como base permitiendo que desde ese punto se lleve a cabo la rotación del motor. El estator no se mueve mecánicamente, pero si magnéticamente. Existen dos tipos de estatores

- a) Estator de polos salientes
- b) Estator ranurado

El estator está constituido principalmente de un conjunto de láminas de acero al silicio, que tienen la habilidad de permitir que pase a través de ellas el flujo magnético con facilidad, la parte metálica del estator y los devanados proveen los polos magnéticos.

Los polos de un motor siempre son pares (2, 4, 6, 8, 10, etc.), por ello el mínimo de polos que puede tener un motor para funcionar es dos (un norte y un sur).



Rotor.

El rotor es el elemento de transferencia mecánica, ya que de él depende la conversión de energía eléctrica a mecánica. Los rotores, son un conjunto de láminas de acero al silicio que forman un paquete, y pueden ser básicamente de tres tipos:



a) Rotor ranurado



b) Rotor de polos salientes



c) Rotor jaula de ardilla

Carcasa.

La carcasa es la parte que protege y cubre al estator y al rotor, el material empleado para su fabricación depende del tipo de motor, de su diseño y su aplicación. Así pues, la carcasa puede ser.

a) Totalmente cerrada

b) Abierta

c) Aprueba de goteo

d) a prueba de explosiones

e) tipo sumergibles



a) Totalmente cerrada



b) Abierta



c) A prueba de goteo



d) A prueba de explosiones



e) De tipo sumergible

Base

La base es el elemento en donde soporta toda la fuerza mecánica de operación del motor, puede ser de dos tipos.

- a) Base frontal y trasera
- b) Base lateral

Caja de conexiones.

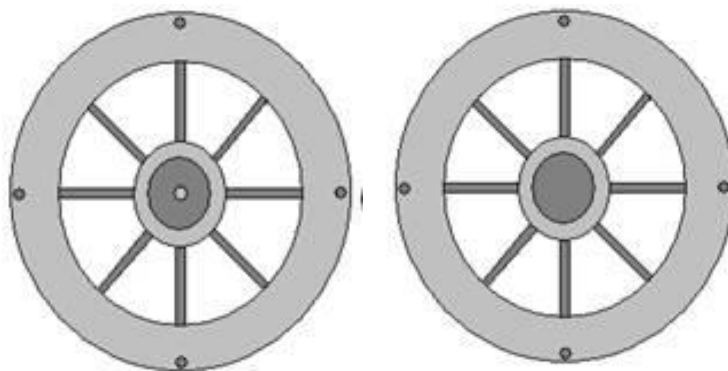
Por lo general en la mayoría de los casos los motores eléctricos cuentan con caja de conexiones. La caja de conexiones es un elemento que protege a los conductores que alimentan al motor, resguardándolos de la operación mecánica del mismo, y contra cualquier elemento que pudiera dañarlos.



Caja de conexiones

Tapas.

Son los elementos que sostienen en la gran mayoría de los casos a los cojinetes o rodamientos que soportan la acción del rotor.



Tapa frontal y lateral del un motor de inducción

Cojinetes.

También conocidos como rodamientos contribuyen a la óptima operación de las partes giratorias del motor. Se utilizan para sostener fijar ejes mecánicos, y para reducir la fricción, lo que contribuye a lograr que se consuma menos potencia. Los cojinetes pueden dividirse en dos clases generales

a) Cojinetes de deslizamiento Operan en base al principio de la película de aceite, esto es, que existe una delgada capa de lubricante entre la barra del eje y la superficie de apoyo.



Cojinete de deslizamiento

b) Los cojinetes de rodamiento Se utilizan con preferencia en vez de los cojinetes de deslizamiento por varias razones:

- Tienen un menor coeficiente de fricción, especialmente en el arranque.
- Son compactos en su diseño
- Tienen una alta precisión de operación.
- No se desgastan tanto como los cojinetes de tipo deslizante.

- Se remplazan fácilmente debido a sus tamaños estándares



Cojinete de rodamiento o balero

2.2 Generador de corriente alterna

El generador de corriente alterna es un dispositivo que convierte la energía mecánica en energía eléctrica. El generador más simple consta de una espira rectangular que gira en un campo magnético uniforme. Un generador producirá una corriente eléctrica que cambia de dirección a medida que gira la armadura. Este tipo de corriente alterna es ventajosa para la transmisión de potencia eléctrica, por lo que la mayoría de los generadores eléctricos son de este tipo.

En su forma más simple un generador de corriente alterna se diferencia de uno de corriente continua en sólo dos aspectos, los extremos de la bobina de su armadura están constituidos por los anillos colectores sólidos sin segmentos del generador en lugar de los conmutadores y las bobinas de campo se excitan mediante una fuente externa de corriente continua más que con el generador en sí. Los generadores de corriente alterna de baja velocidad se fabrican con hasta 100 polos, para mejorar su eficiencia y para lograr con más facilidad la frecuencia deseada.

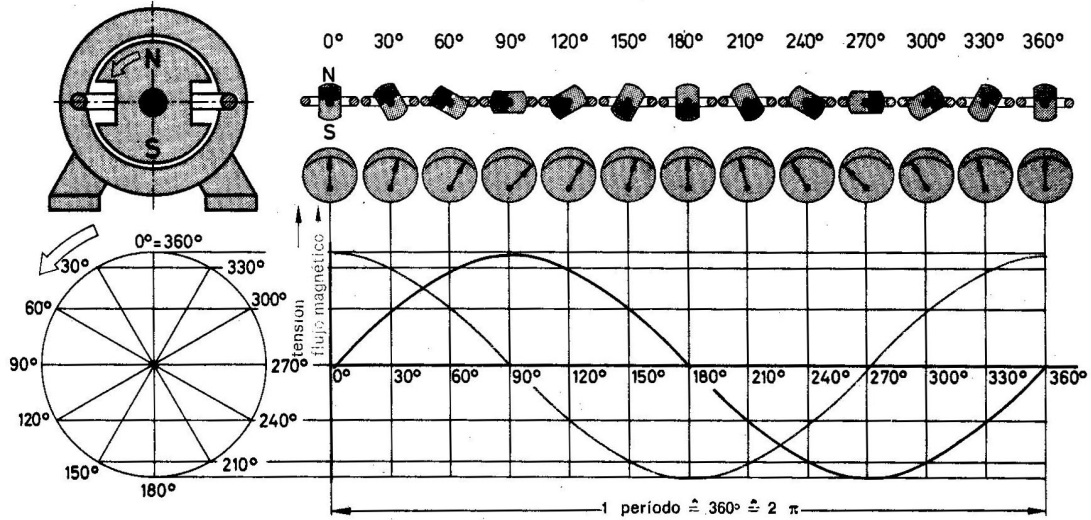


Diagrama senoidal bifásica

Los alternadores accionados por turbinas de alta velocidad, son a menudo máquinas de dos polos. A veces es preferible generar un voltaje tan alto como sea posible. Las armaduras giratorias no son prácticas en este tipo de aplicaciones, debido a que pueden producirse chispas entre las escobillas y los anillos colectores, estos pueden producir fallas mecánicas que podrían causar cortocircuitos. Por tanto, los alternadores se construyen con una armadura fija en la que gira un rotor compuesto de un número de imanes de campo.



Generador de corriente alterna

2.2.1 Tipos de generadores Eléctricos

Solar.

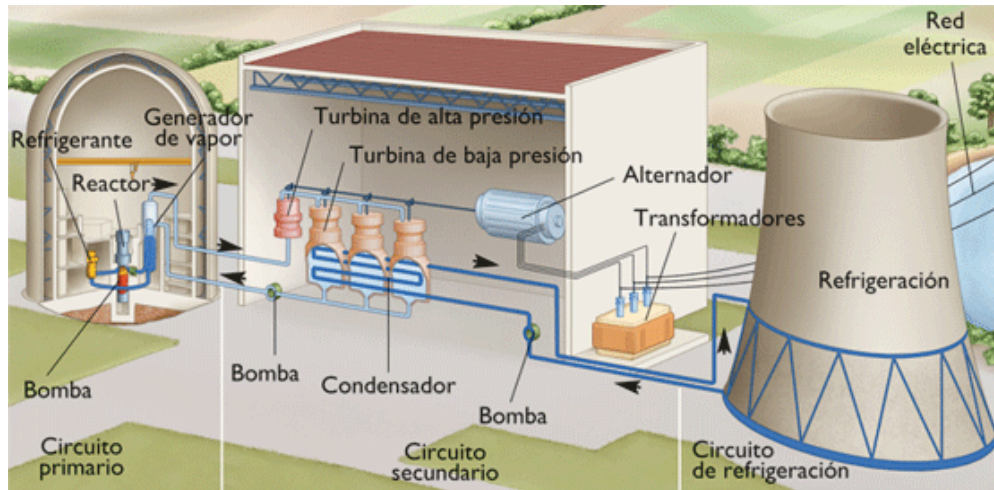
Los generadores eléctricos solares transforman los rayos solares en energía eléctrica, que permite abastecer varias formas de uso. La energía producida por los módulos fotovoltaicos, es controlada por un regulador de carga y reserva las energías baterías.



Generadora Solar

Nuclear.

En las plantas nucleares energía eléctrica se produce a través de la fusión de átomos de uranio, lo que genera una gran cantidad de energía calorífica hacen funcionar al generador eléctrico, generando energía eléctrica. A pesar de parecer un conveniente generador, tiene los contras de ser un generador con altísimos riesgos.



Generadora nuclear

Eólica.

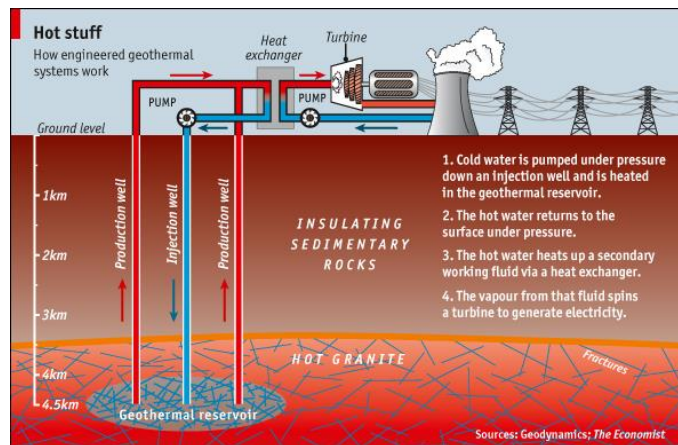
Los generadores eléctricos eólicos funcionan con la fuerza que el viento. Usan los denominados “molinos de vientos”. Este movimiento de rotación es transmitido al eje del generador eléctrico, el cual transforma la energía mecánica de rotación en energía eléctrica. Los molinos se ubican en “parques eólicos”. Las palas pueden estar vertical o horizontalmente.



Parque eólico

Geotérmica.

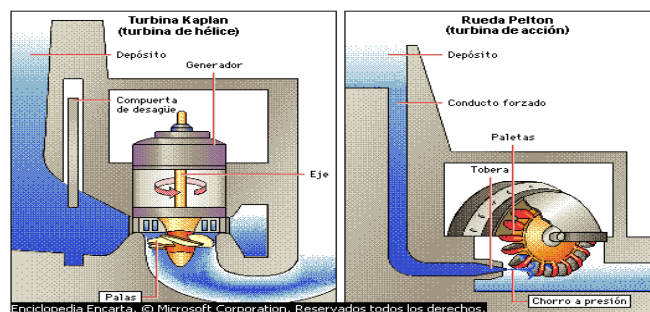
Las centrales geotérmicas funcionan a través del calentamiento de un líquido extraído de la tierra que alcanza una grandes temperaturas, que se destina a producir vapor con el que se da impulso a las turbinas, que a su vez mueve un generador eléctrico.



Planta geotérmica

Hidráulica.

Son centrales hidroeléctricas las que producen esta electricidad, y están puesta en lugares donde las aguas fluyen con mucha fuerza. Se utiliza la energía del agua moviendo turbinas, las cuales deben mover grandes volúmenes de agua salada o dulce.



Generadores hidroeléctricos

Mareomotriz.

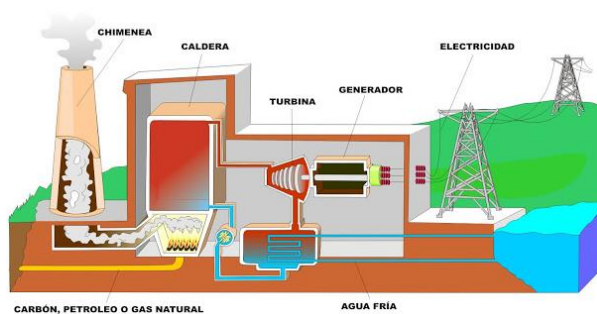
Se usa el movimiento de las aguas del mar, en las centrales mareomotrices. Todo esto consiste en que las corrientes de agua deben pasar por unas turbinas, en las cuales el movimiento de estas genera energía eléctrica.



Generador mareomotriz

Combustibles fósiles.

Produce electricidad a partir de la combustión de: Gas, Petróleo o Carbón. En este caso se quema el combustible para calentar calderas de agua y producir vapor de éste vapor a alta presión es disparado contra las aspas de grandes generadores, moviéndolos y produciendo la energía mecánica necesaria para convertirla posteriormente en energía eléctrica.



Generadora eléctrica de combustible fósiles

Desarrollo del proyecto

3.1 Justificación Técnica

En lugares apartados de las redes eléctricas nacionales es necesario un suministro estable de energía eléctrica para determinadas aplicaciones; una fuente muy usada en el mundo es la producción de esta a partir de generadores de imanes permanentes. Si bien es cierto que la adaptación de alternadores de autos para generar brinda resultados satisfactorios para ciertas condiciones de carga y requerimientos de potencia, no es así en aquellos casos donde la fuerza motriz es variable, por lo que se necesita otro tipo de equipamiento, como un generador de imanes permanentes. Este tipo de máquina no requiere de sistemas de transmisión ni alimentación a un circuito de campo.

Para poder iniciar con los cálculos del rediseño del motor de inducción con rotor tipo jaula de ardilla, se tiene que contar con algunos datos que nos ayudaran a facilitar el trabajo. En este proyecto contamos con los siguientes datos iniciales.

Datos del motor		Datos del generador rediseñado	
Voltaje	220YY /440	Voltaje	15.2
Amperes	3.0 / 1.5	Amperes	6.5
Rpm	1730	Rpm	600
Frecuencia	60	Frecuencia	60
Polos	4	Polos	12

3.2 Polos

El número de polos se obtiene con relación de la frecuencia deseada y las revoluciones por minuto, en nuestro caso como se pretende conseguir una baja velocidad tendremos 600 rpm, a una frecuencia de 60 hz, y el número total de ranuras, y se calcula con la formula siguiente.

$$P = \frac{(120)(f)}{n} \dots \dots \dots [1]$$

n= velocidad en rpm

Siendo: p=polos

f= frecuencia

Sustituyendo los valores de la fórmula anterior, se determina el número de polos.

$$p = \frac{(120)(60)}{600} = 12 \text{ polos}$$

3.3 Calculando la velocidad del generador

La velocidad del generador será máxima si tuviéramos 2 polos, con la formula siguiente tenemos la velocidad, con 60 Hz. y 12 polos. Obtenidos en la formula anterior

$$n = \frac{(120)(f)}{p} \dots \dots \dots [2]$$

n=velocidad en rpm

Siendo: f= frecuencia

p=polos

Sustituyendo valores a la fórmula se obtiene.

$$n = \frac{(2)(60)(60)}{12} = \frac{7200}{12} = 600\text{rpm}$$

3.4 Frecuencia

La frecuencia producida cuando tiene 12 polos a una velocidad de 600 revoluciones por minuto será:

$$h_z = \frac{(p)(n)}{(2)(60)} \dots \dots \dots [3]$$

hz= frecuencia

Siendo: p=polos

n=rpm

Sustituyendo valores a la fórmula se obtiene:

$$h_z = \frac{(12)(600)}{(12)(60)} = \frac{7200}{120} = 60\text{herz}$$

3.5 Ciclos por revolución

Para saber los ciclos por revolución, se tienen que convertir las revoluciones por minuto a revoluciones por segundo, esto se obtiene con la siguiente fórmula:

$$n_s = \frac{n}{60} \dots [4]$$

Siendo: n_s = las revoluciones por segundo (rps)

n = revoluciones por minuto

Sustituyendo valores a la fórmula se obtiene.

$$n_s = \frac{600}{60} = 10 \text{ revoluciones por segundo}$$

Ahora con la fórmula para saber los ciclos por revoluciones, quedaría:

$$c_r = \frac{60}{\text{rps}} \dots \dots \dots [5]$$

Siendo: Cr= ciclos por revoluciones

Rps= revoluciones por segundo

Sustituyendo valores a la fórmula se obtiene:

$$r = \frac{60}{10} = 6 \text{ ciclos /revoluciones}$$

3.6 Paso polar (ranuras por polo Yp)

El paso polar es el paso o números de ranuras que ocupa un polo, sea norte o sur.

$$y_p = \frac{s}{p} \dots \dots \dots [6]$$

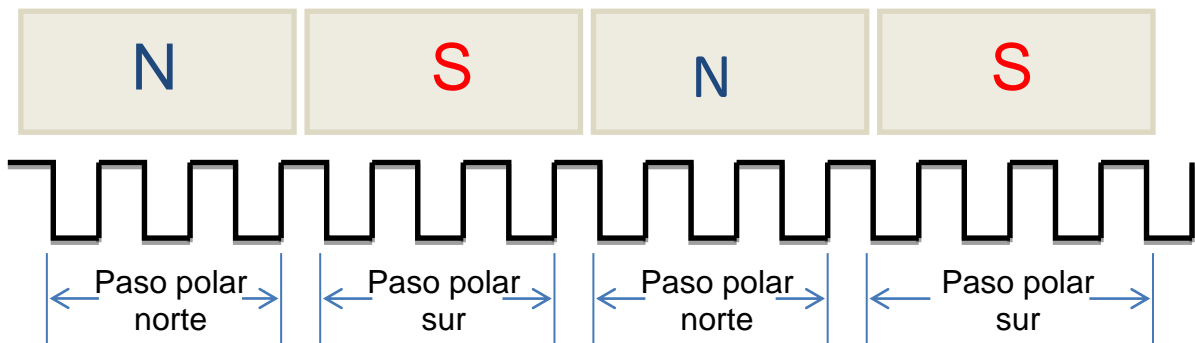
y_p = paso polar

Siendo: S = número de ranuras

P = polos

Sustituyendo valores a la fórmula se obtiene.

$$y_p = \frac{36}{12} = 3 \text{ ranuras por polo}$$



3.7 Paso de bobina completo

Es la bobina que abarca de una ranura en un polo a la ranura o posición correspondiente al polo siguiente la fórmula para calcular el paso completo de bobina es:

$$y_b = \frac{S}{p} + 1 \dots \dots [7]$$

y_b = paso de bobina completo

Siendo: S= número de ranuras

P= polos

Sustituyendo valores a la fórmula se obtiene.

$$y_b = \frac{36}{12} + 1 = 3 + 1 = 4 \text{ ranuras}$$

Esto nos indica que la bobina de paso completo tiene su entrada en la ranura 1 con salida en la ranura 4.

3.8 bobinas totales (b_t)

Para obtener el número de bobinas por fase, se realiza la siguiente operación:

$$b_{t=(p)(f)} \dots \dots \dots [8]$$

b_t = bobinas totales

Siendo: p= polos

f= fases

Sustituyendo valores a la fórmula se obtiene.

$$\text{bobinas totales} = (12)(3) = 36 \text{ bobinas totales}$$

3.9 bobinas por fase (bf)

Para obtener el número de bobinas por fase, se realiza la siguiente operación.

$$b_f = \frac{b_t}{f} \dots \dots \dots [9]$$

b_f = bobinas por fase

Siendo: b_t = bobinas totales

f = fases

Sustituyendo valores a la fórmula se obtiene.

$$b_f = \frac{36}{3} = 12 \text{ bobinas por fase}$$

3.10 Distribución de bobinas

Como sabemos, la bobina es de paso completo con entrada en la ranura número 1 y salida en la ranura número 4 (fase A), 36 bobinas totales, 12 bobinas por fase, 3 fases, 12 polos, podremos comenzar a ubicar las 36 bobinas en las 36 ranuras del estator, quedando a la siguiente manera.

Fase A-A': Esta fase se ubica en las ranuras:

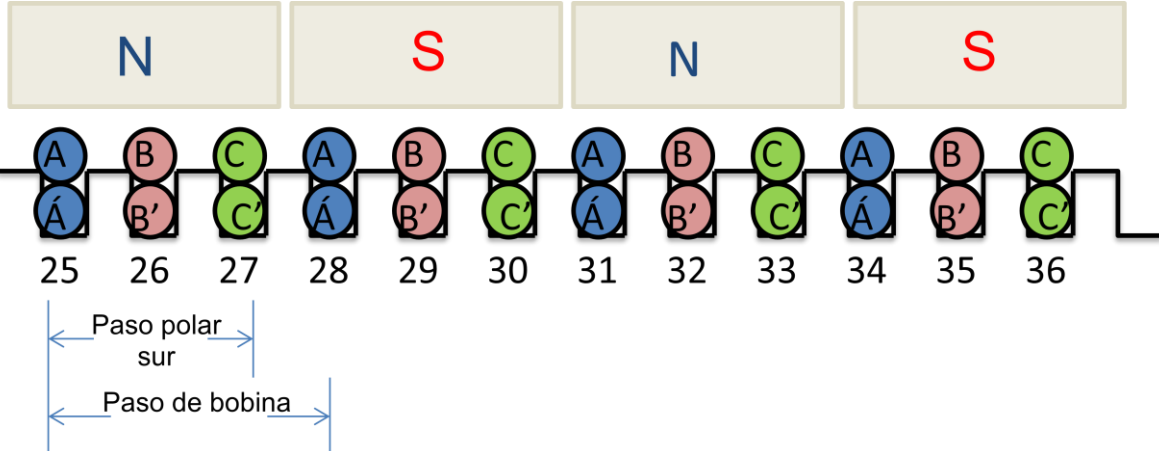
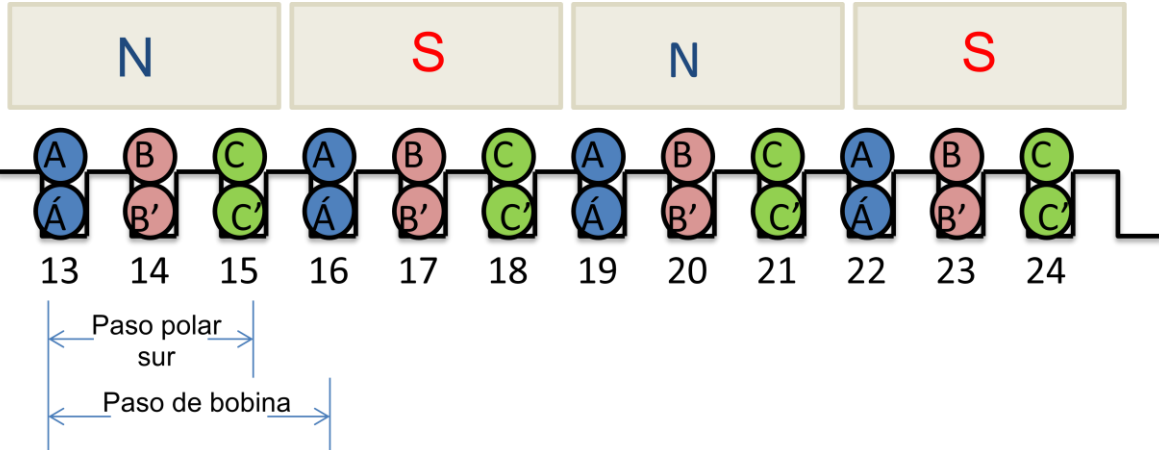
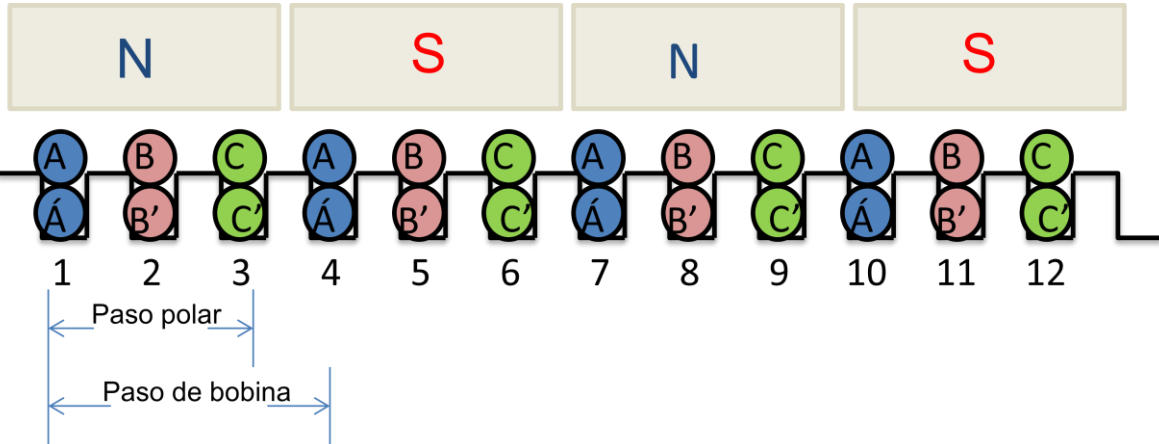
1-4, 4-7, 7-10, 10-13, 13-16, 16-19, 19-22, 22-25, 25-28, 28-31 y 31-34.

Fase B-B': Esta fase se ubica en las ranuras

2-5, 5-8, 8-11, 11-14, 14-17, 17-20, 20-23, 23-26, 26-29, 29-32 y 32-35.

Fase C-C' Esta fase se ubica en las ranuras

3-6, 6-9, 9-12, 12-15, 15-18, 18-21, 21-24, 24-27, 27-30, 30-33 y 33-36.



3.11 Determinando el factor de paso (kp)

Para determinar el factor de paso de un devanado, es necesario utilizar cualquiera de las dos fórmulas siguientes:

$$k_p = \cos \frac{\beta}{2} \dots \dots \dots [10]$$

$$k_p = \sin \frac{p^\circ}{2} \dots \dots \dots [11]$$

Para poder utilizar cualquiera de las dos formulas se tendrá que saber el paso de bobina en grados eléctricos (°E).

3.11.1 calculando el paso de bobina en grados eléctricos (°E)

El paso de bobina en grados eléctricos, se obtiene de la forma siguiente:

$$^\circ E = \frac{y_b}{y_p} (180^\circ) \dots \dots \dots [12]$$

°E= es el ancho de la bobina en grados eléctricos

Siendo: Yb= ranuras por polo

Yp= paso polar

Sustituyendo valores a la fórmula se obtiene.

$$^{\circ}E = \frac{4}{3} (180^{\circ}) = (1.3333)(180^{\circ}) = 240^{\circ}\text{Electricos}$$

Sustituyendo las fórmulas 10 y 11 quedaría de la siguiente manera.

$$k_p = \cos \frac{\beta}{2} \dots \dots \dots [10] \quad \text{Por lo tanto} \quad k_p = \cos \frac{\beta}{2} = \frac{p^{\circ} - 180^{\circ}}{2}$$

Sustituyendo valores se obtiene.

$$k_p = \frac{240^{\circ}E - 180^{\circ}}{2}$$
$$= \cos \frac{60}{2}$$

$$k_p = \cos 30 = 0.8660$$

$$k_p = \text{sen} \frac{E}{2} \dots \dots \dots [12]$$

$$= \text{sen} \frac{240^\circ E}{2}$$

$$= \text{sen} 120$$

$$k_p = 0.8660$$

3.12 Determinando el factor de distribución (kd)

Calcular el factor de distribución del devanado siguiente:

36 ranuras

12 polos

3 fases

Solución del problema.

Para calcular el factor de distribución (kd), se usa la fórmula siguiente.

$$k_d = \frac{\text{sen} \frac{(n)(p^\circ)}{2}}{n \text{sen} \frac{^\circ E}{2}} \dots \dots [13]$$

Siendo: n = el número de ranuras por polo y por fase.

p° = Angulo eléctrico

3.12.1 Determinando n .

$$n = \frac{s}{(p)(f)} \dots \dots \dots [14]$$

n = número de ranuras

Siendo p = polos

f = fases

Sustituyendo valores se obtiene.

$$n = \frac{36}{(12)(3)}$$

$$= \frac{36}{36}$$

$n = 1$ Ranura por polo y fase

3.12.2 Determinando P° .

$$P^\circ = \frac{180^\circ E}{y_p} \dots \dots \dots [15]$$

Siendo: $P^\circ = \text{grados eléctricos}$

$y_p = \text{paso polar}$

Sustituyendo valores se obtiene.

$$= \frac{180^\circ}{3}$$

$$P^\circ = 60^\circ$$

Sustituyendo la fórmula 12 se tiene.

$$kd = \frac{\text{sen} \frac{(1)(60^\circ)}{2}}{1 \text{ sen} \frac{60^\circ}{2}}$$

$$= \frac{\text{sen} 30^\circ}{(1)(\text{sen} 30^\circ)}$$

$$= \frac{0.5}{0.5}$$

$$kd = 1$$

3.13 Cálculo del flujo magnético.

Datos del imán:

Modelo: NB-0023-35

Imán: 63.50 x 19.05 x 4.57mm (largo x ancho x altura)

Neodimio grado N35 (Brmax 12000 Gauss)

Cobertura: NiCuNi (níquel cobre níquel)

Magnetización: a través de la altura (polos en largo x ancho)

Trabaja normal: 80° C

El flujo magnético es el número de líneas de campo magnético que pasa a través de una superficie y se calcula con la fórmula siguiente.

$$\Phi = \beta \cdot A \dots \dots \dots [16]$$

Φ = El flujo magnético

Siendo: B = Es el campo magnético y una unidad de B es tesla

A = Es el área de la superficie y la unidad es metros cuadrados (m^2)

3.13.1 Determinando β

La densidad de flujo magnético de un imán también se llama "campo β " o "inducción magnética". Se indica con las unidades de medida "tesla" (unidad SI) o "gauss" (10 000 gauss = 1 tesla).

$$\beta = \frac{\Phi}{S} \dots \dots \dots [17]$$

Φ = el flujo en gauss

Siendo: S= equivalencia tesla a gauss

β = Beta.

$$1 \text{ Tesla} = 1 \times 10^{-4} \text{ gauss}$$

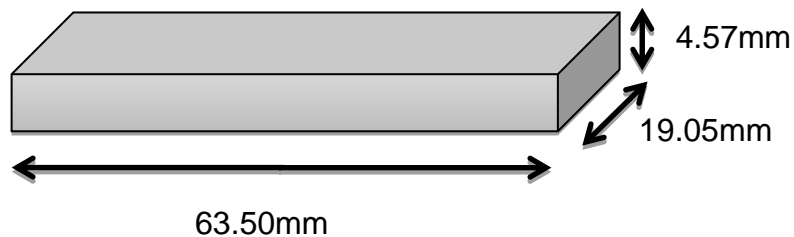
$$1 \text{ Tesla} = 1 \frac{\text{weber}}{\text{m}^2}$$

Sustituyendo valores a la fórmula se obtiene:

$$= \frac{11 \times 10^3}{1 \times 10^{-4}}$$

$$\beta = 11 \times 10^{-1} = 1.1 \text{ Teslas}$$

3.13.2 Determinando A



Para poder determinar el área total del imán se tiene que convertir los milímetros cuadrados a metros cuadrados, esto se realiza con la siguiente fórmula.

$$M = \frac{\text{cm}}{100} \dots \dots \dots [18]$$

Siendo: M= Metros

cm= Centímetros

Sustituyendo la fórmula se obtiene:

$$M = \frac{6.35\text{cm}}{100\text{cm}} = 0.0635 \text{ metros de largo}$$

$$M = \frac{1.90\text{cm}}{100\text{cm}} = 0.019 \text{ metros de ancho}$$

$$A = (0.0635) (0.019)$$

$$= 0.00012065 \text{ metros cuadrados } \text{ó} \text{ } 1.2065 \times 10^{-3}$$

Sustituyendo la fórmula 16 de obtiene:

$$\Phi = \beta \cdot A$$

$$\Phi = (1.1\text{T})(0.0012065)$$

$$\Phi = 0.00132715 \text{ weber/m}^2 \text{ ó } 1.32715 \times 10^{-3} \text{ Lineas}$$

3.14 Número de espiras por fase

El número de espiras por fase se obtiene con la fórmula siguiente:

$$N_s = \frac{E}{(4.44)(\Phi)(f)(k_p)(k_d)(n)} \dots [19]$$

Φ = Flujo magnético

f = Frecuencia

Siendo: K_d = Factor de distribución

K_p = Factor de paso

n = Ranuras por polo y fase

Sustituyendo valores se obtiene.

$$N_s = \frac{30}{(4.44)(0.00132715)(60)(1)(0.8660)(1)}$$

$$= \frac{30}{0.306}$$

$$= 97.98$$

= 98 espiras por fase

3.14.1 Número total de conductores en el estator

El número total de conductores se calcula de la siguiente manera. Multiplicando las 98 espiras por las tres fases se obtiene el siguiente resultado.

$$N_{t=} (N_s)(f) = 294 \dots \dots [20]$$

$N_{t=}$ Espiras totales

Siendo: $N_{s=}$ Espiras

f= fases

Sustituyendo valores se obtiene.

$$(98)(3) = 294 \text{ Conductores en el estator}$$

3.15 Número de espiras por bobina

Esto se obtiene con la siguiente fórmula.

$$\text{Número de espiras por bobina} = \frac{\text{Número total de espiras en las 3 fases}}{\text{Número de ranuras}} \dots \dots \dots [21]$$

Sustituyendo valores se obtiene.

$$= \frac{294}{36}$$

$$= 8.166$$

Número de espiras por bobina= 8 espiras por bobina

3.16 Corriente de línea

El voltaje de línea se calcula con la fórmula siguiente.

$$I_L = \frac{p3\phi}{\sqrt{3}} (v)(l)(\cos \phi) \dots \dots \dots [22]$$

IL=corriente de línea

Siendo: $p_{3\phi}$ = potencia trifásica

V= voltaje

I= corriente

$\cos \phi$ = factor de potencia

Sustituyendo valores se obtiene.

$$= \frac{500}{(1.7320)(60)(0.90)}$$

$$= \frac{500}{93.528}$$

$$IL = 5.3459 \text{ Amperes}$$

3.17 Calculando la sección del conductor

La sección del conductor se calcula con la fórmula siguiente.

$$Ac = \frac{I}{f} \dots \dots \dots [23]$$

A_c = sección del conductor

Siendo: I = corriente de línea

f = fases

Sustituyendo valores de la fórmula se obtiene.

$$= \frac{5.3459}{3}$$

$$A_c = 1.781 \text{ mm}^2$$

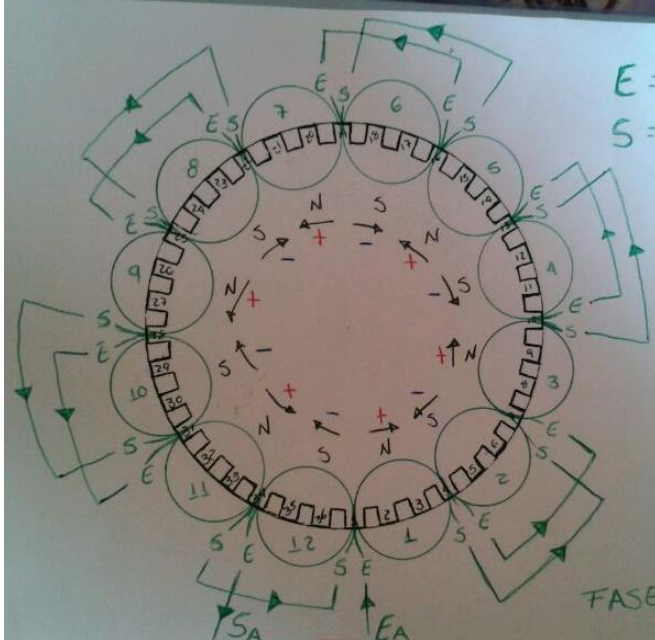
Densidad real

$$D = \frac{5.34}{2.082}$$

$$= 2.564 \text{ mm}^2 \text{ Densidad real}$$

$$= 1.7819 \text{ mm}^2 = \text{calibre 16}$$

3.18 Diagrama de conexiones



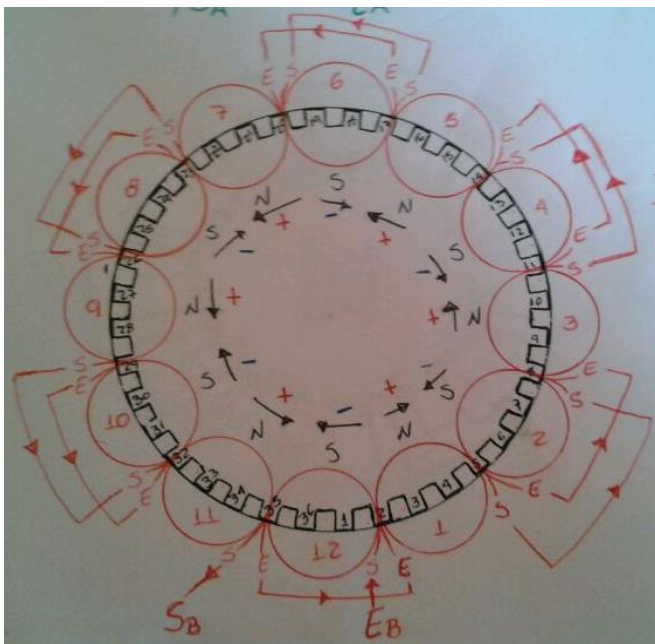
Fase: A

Polos por fase: 12

Paso de ranura: 1-4

Entrada: Ranura 1

Salida: ranura 34



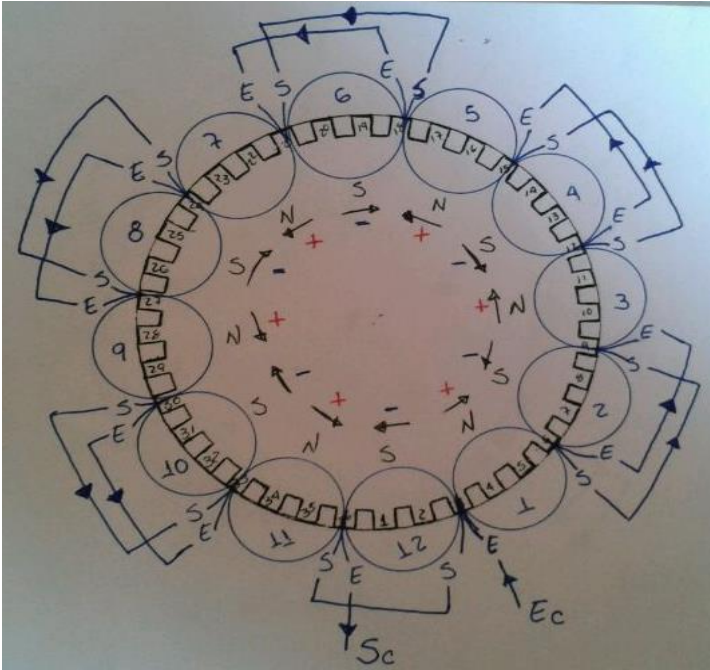
Fase: B

Polos por fase: 12

Paso de ranura: 1-4

Entrada: Ranura 2

Salida: ranura 35



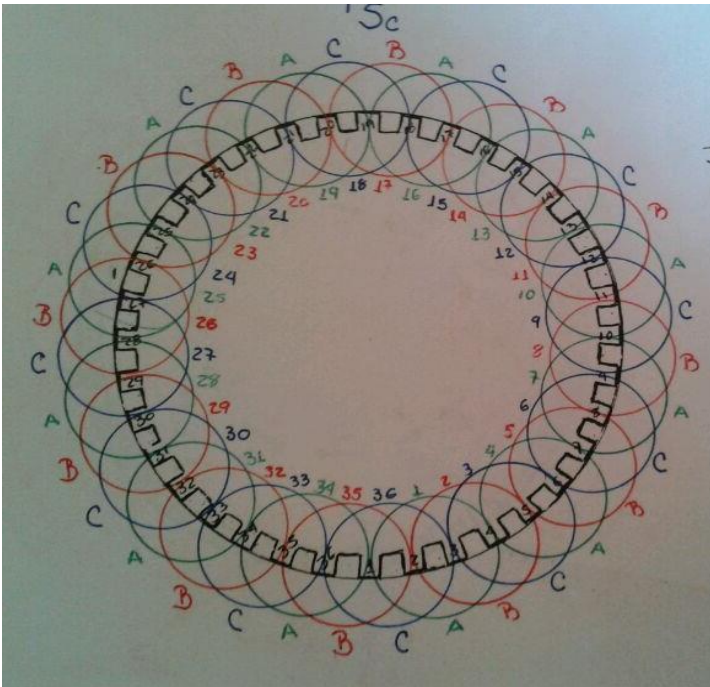
Fase: C

Polos por fase: 12

Paso de ranura: 1-4

Entrada: Ranura 3

Salida: ranura 36



Fases: A, B, C

Polos por fase: 12

Polos totales: 36

3. 19 Reporte de actividades

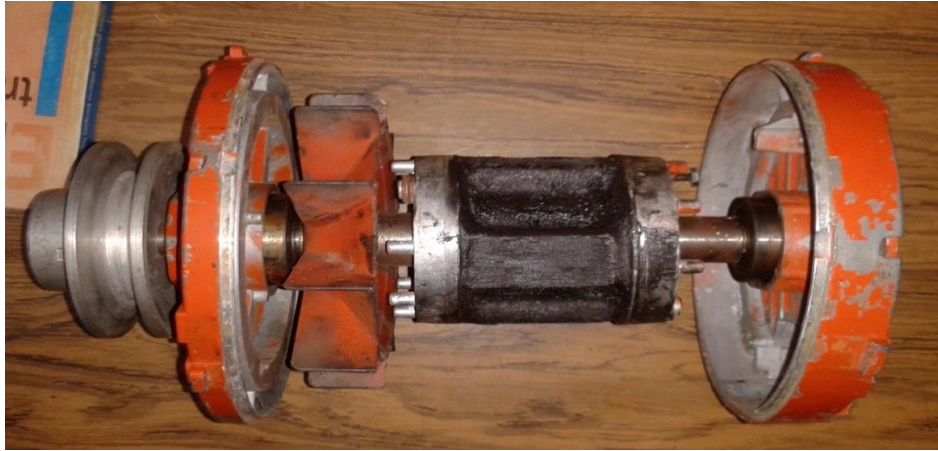


Para empezar, tenemos que desarmar, limpiar y reparar piezas dañadas del motor a rediseñar. En este caso tenemos un motor Siemens trifásico, con los siguientes datos que se muestran en la fotografía 3.19.1.



Fotografía 3.19.1: Placa de datos, motor trifásico (polifásico)

En el caso de nuestro motor, encontramos que el rotor fue rediseñado para un prototipo de generador con imanes de ferrita, el cual tendremos que reparar.
Fotografía 3.19.2.



Fotografía 3.19.2: Rotor con imanes de ferrita

Para poder reparar el rotor es necesario conseguir otra flecha con las mismas características que el rotor original fig. 3.19.3.



Fig. 3.19.3: rotor con las mismas características al original

Se desmonta la masa ó el centro del motor en una prensa hidráulica (fig.3.19.4) y se sustituye la masa vieja por la nueva.



Fig. 3.19.4 Masa nueva desmontada



Fig. 3.19.5 masa dañada desmontada



Fig. 3.19.6 Rotor terminado con la masa nueva

El próximo paso es desgastar el rotor en el torno con las medidas del imán a utilizar, el cual tendremos que tomar en cuenta lo ancho, largo y la profundidad del imán, fig. 3.19.6.



Fig. 3.19.6 Desgaste del rotor en el torno



Fig. 3.19.7 Rotor rediseñado terminado.

Una vez terminado el rediseño del rotor, se prosigue a pegar los imanes de neodimio en el mismo rotor teniendo cuidado al colocar los polos Norte y Sur, los polos deben quedar distribuidos un norte y un sur así sucesivamente. Para evitar tener problemas a la hora del pegado, se pegan primero los 6 polos Norte y por último los 6 polos Sur.

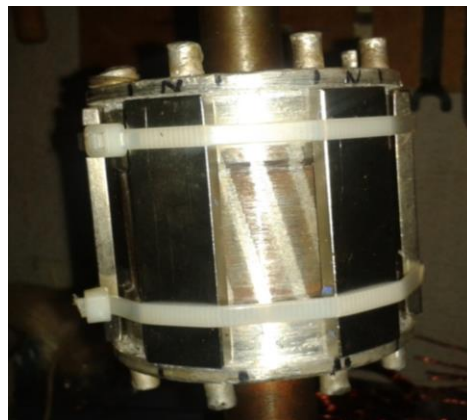


Fig. 3.19.8 polos Nortes pegados en el rotor

Después de rediseñar y reparar el rotor se limpia el estator, en el cual tendremos que quitar las bobinas viejas y el aislamiento para ser reemplazada por nuevos. En las siguientes figuras demostraremos como limpiar el estator a rediseñar.



Fig. 3.19.9 Estator con las bobinas originales

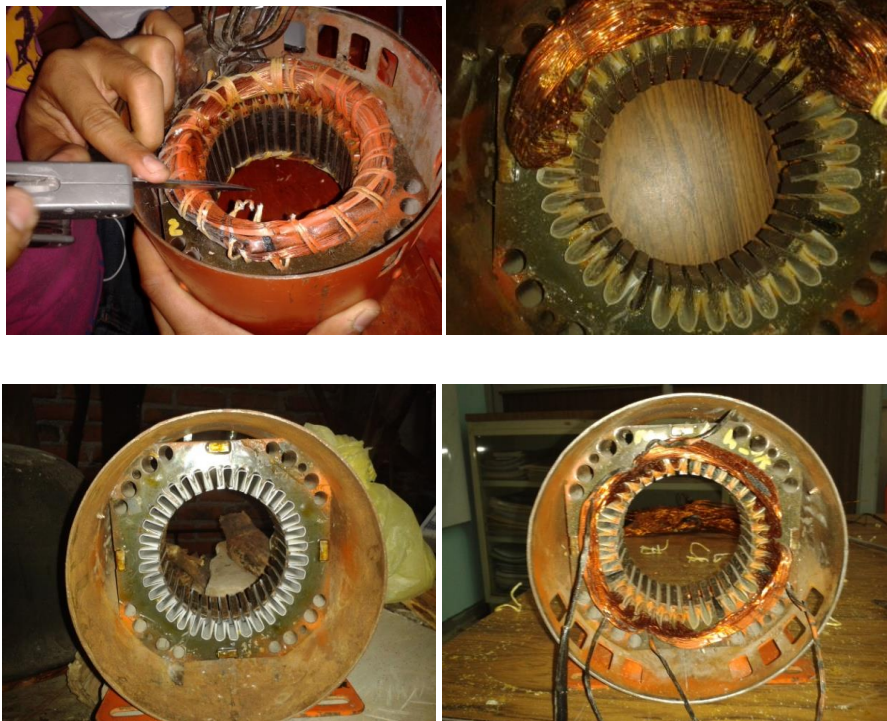


Fig. 3.19.10 Limpieza del estator



9				
8	17	25	33	
7	16	24	32	
6	15	23	31	
5	14	22	30	
4	13	21	29	
3	12	20	28	36
2	11	19	27	35
1	10	18	26	34

Fig. 3.19.11 Preparado del aislante mailar, para cada ranura

1	19
2	20
3	21
4	22
5	23
6	24
7	25
8	26
9	27
10	28
11	29
12	30
13	31
14	32
15	33
16	34
17	35
18	36

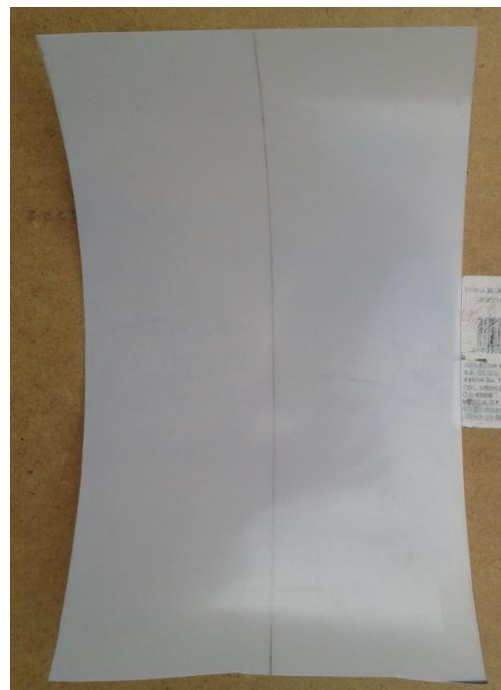


Fig. 3.19.12 Preparado del aislamiento mailar para las cuñas de las ranuras

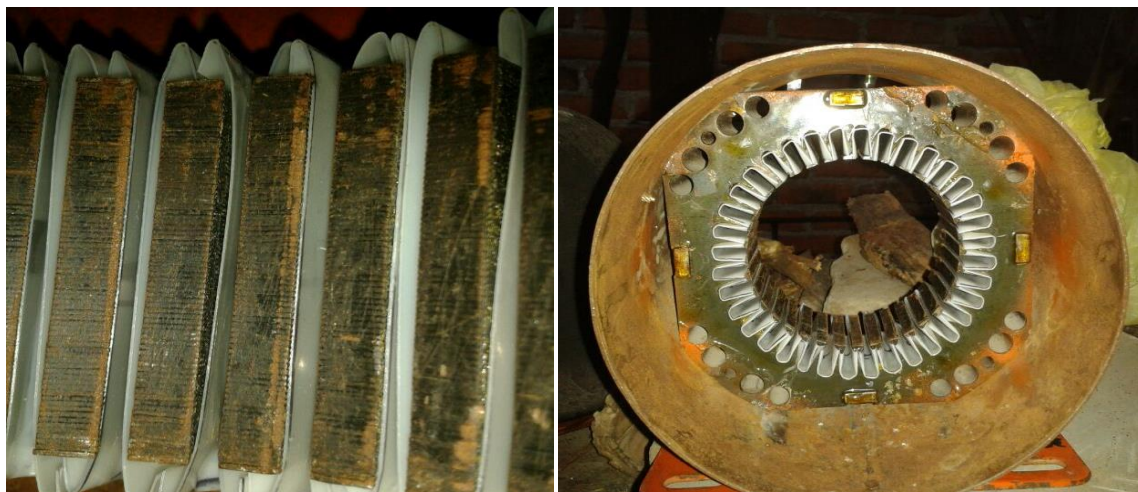


Fig. 3.19.13 Aislamiento nuevo colocado en el estator

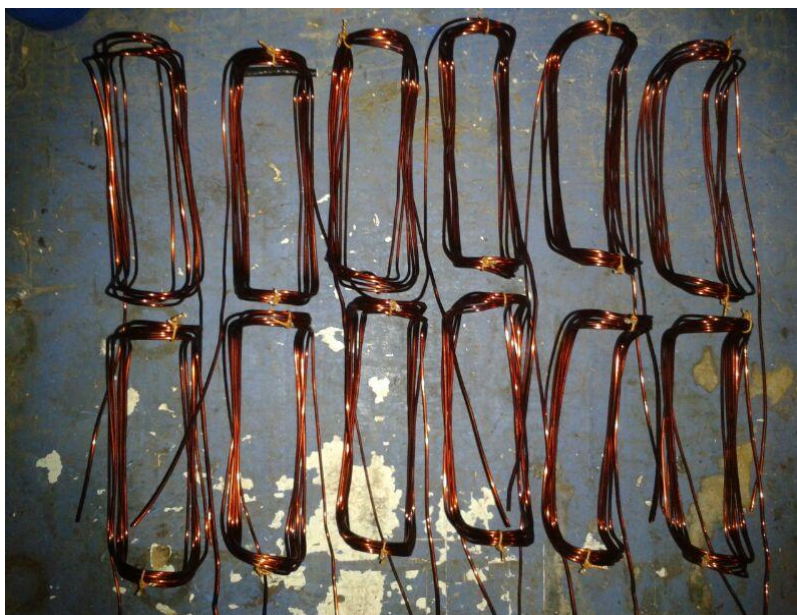


Fig. 3.19.14 Bobinas de una fase

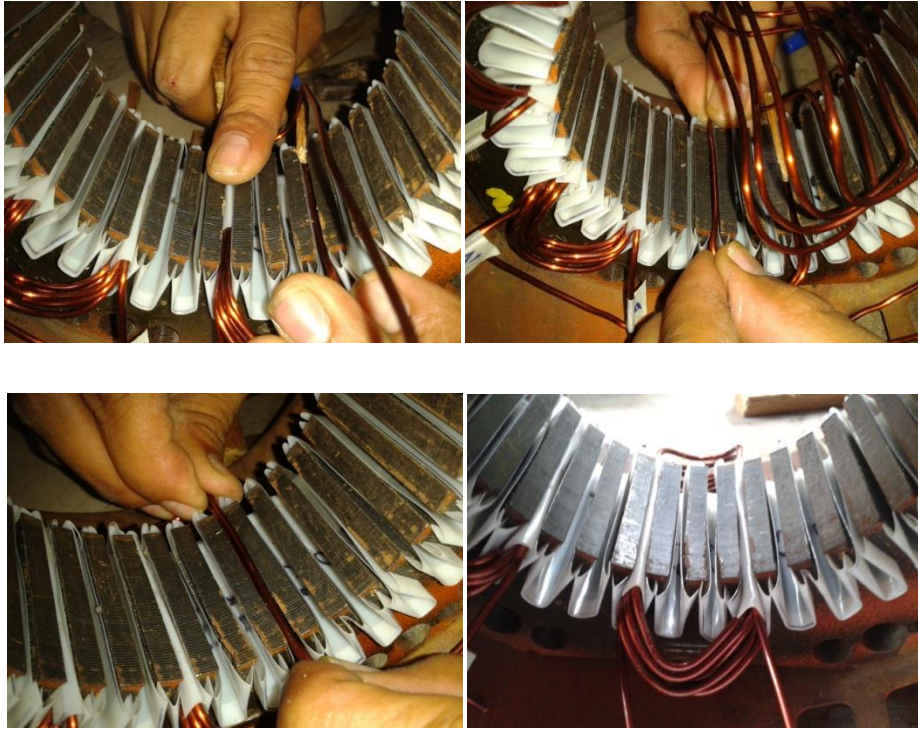


Fig. 3.19.15 Colocación de una bobina en el estator



Fig.3.19.16 Colocación de todas las bobinas



Fig. 3.19.17 Generador terminado

Pruebas y resultados

4.1 Pruebas en vacío.

Consiste, en colocar el Generador en vacío, es decir sin carga alguna en sus fases y revoluciona gradualmente de cero a 100 revoluciones por minuto hasta llegar a las 1000 revoluciones finales. Al ir aumentando gradualmente el valor de la corriente de campo, se obtienen diversos valores ya que la corriente que circula por la armadura siempre será cero debido que se encuentra en vacío.

Con los valores obtenidos, se puede formar “La curva de Características de Vacío” que permite encontrar la tensión interna generada por una corriente de campo dada. La prueba de circuito abierto se lleva a cabo con los terminales de la máquina desconectada de cualquier circuito externo, para detectar problemas con baleros y alguna bobina dañada (en corto circuito).

En la siguiente tabla se muestran los valores obtenidos en la prueba en vacío, con estos valores podremos obtener la curva característica en vacío figura 4.1.1.

Tabla de pruebas

Revoluciones por minuto		Pruebas al vacío			
motor	Generador	$V_{de\ línea}$	$V_{de\ fase}$	$f_{(Hz)}$	V_{CD}
133.33	200	8.5	5.5	20	10.9
200	300	12.5	7.5	30	15.7
266.66	400	16.6	10.3	40	21.6
333.33	500	20.6	12.7	50	26.6

400	600	24.9	15.2	60	32.5
466.66	700	28.9	17.8	70	37.7
533.33	800	32.6	20.3	80	43.3
600	900	36.7	22.7	90	48.6
666.66	1000	40.8	25.3	100	54.2

Para obtener un mejor resultado, se decidió tomar como una velocidad máxima las 800 revoluciones por minuto, 20.3 con un voltaje de fase, 80 herz y 43.3 de voltaje en corriente directa.

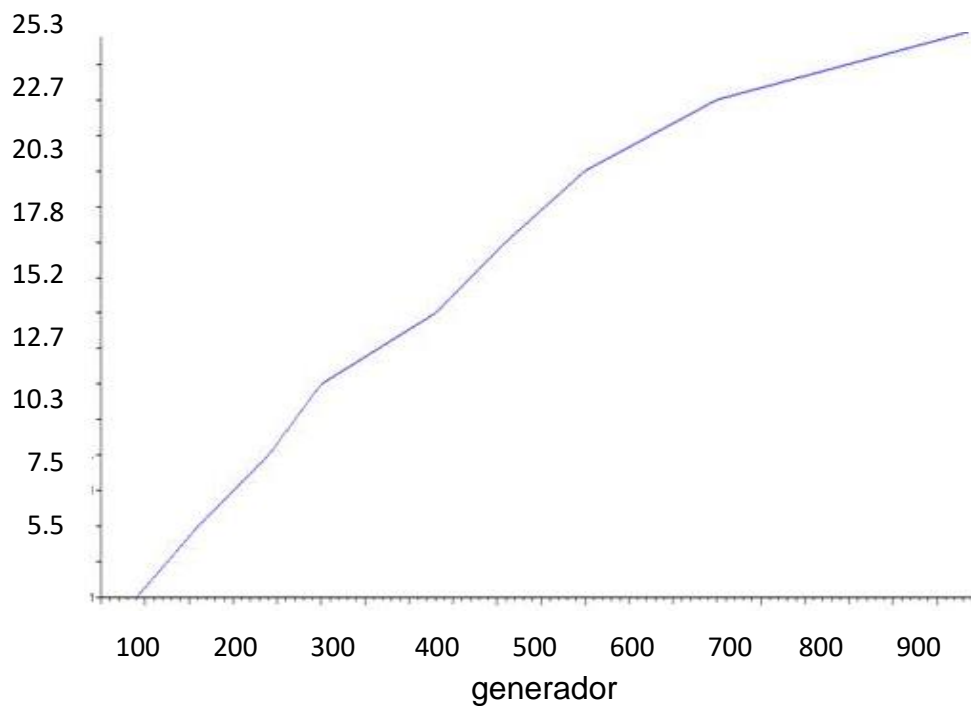


fig.4.1.1 Curva característica de la prueba en vacío

4.2 Prueba en corto circuito

Como su nombre indica la prueba de corto circuito consiste en conectar las terminales positiva (+) y negativa (-) del puente rectificador trifásico, creando un cortocircuito, (ver diagrama 4.2.1) llevar la corriente de campo a cero y proseguir a incrementar gradualmente para tomar lectura en voltaje AC, CD y rpm el procedimiento es el siguiente.

El procedimiento de ensayo básico es como sigue.

1. Establezca el campo actual a cero rpm
2. Un cortocircuito en los terminales del puente rectificador trifásico, aumentar gradualmente la velocidad del generador y tomar lectura.
3. Desconectar el cortocircuito y tomar lectura.

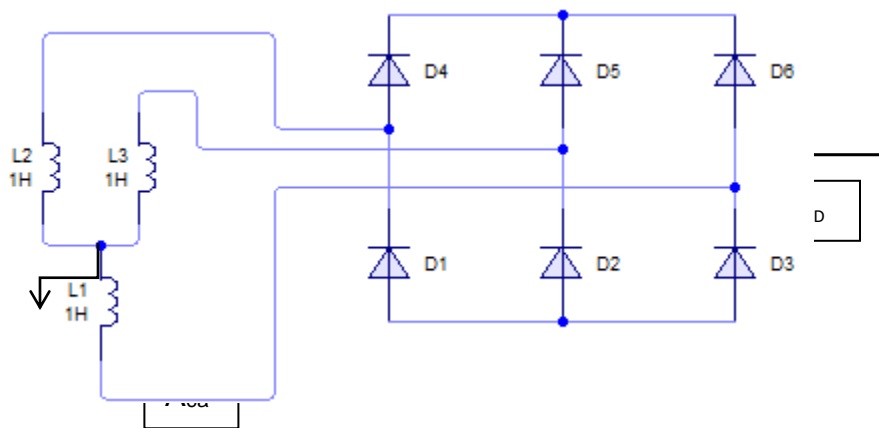


Fig. 4.2.1 Diagrama de la prueba en corto circuito (en cortocircuito)

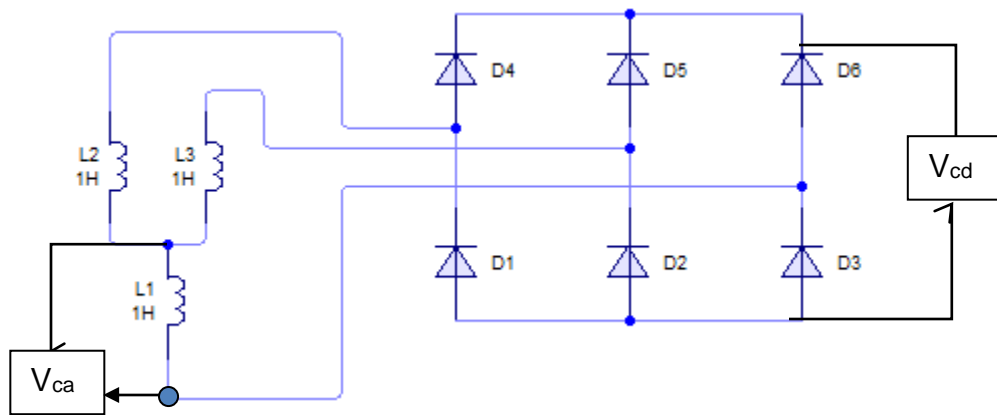
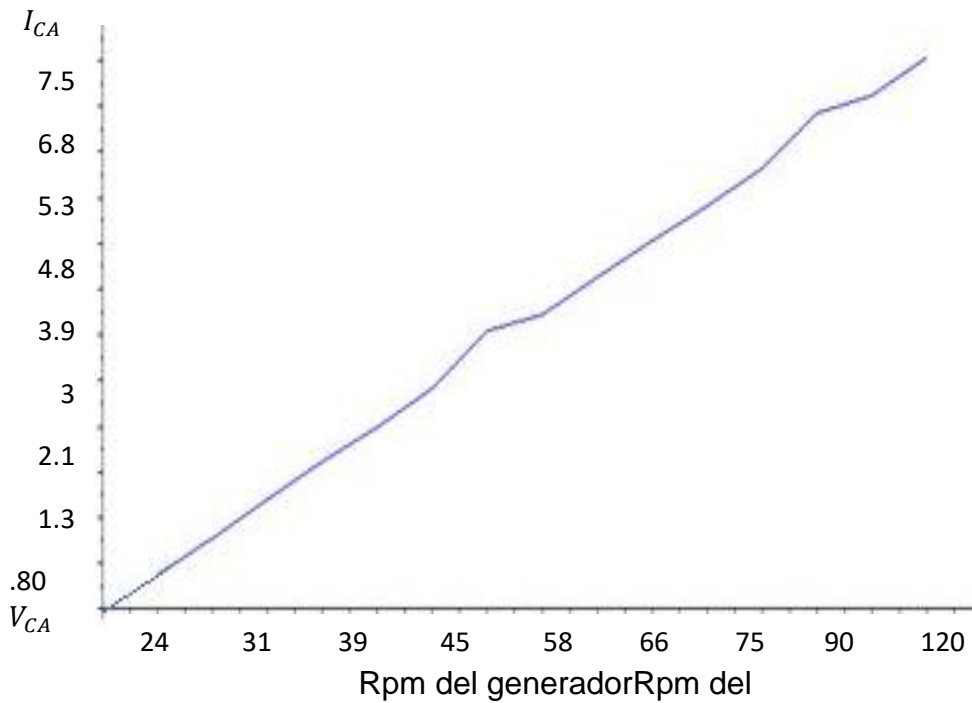


Fig. 4.221 Diagrama de la prueba en corto circuito (en vacío)

La siguiente tabla nos muestra los resultados obtenidos en esta prueba en vacío

Rpm en corto circuito		Rpm en vacío		Corriente en corto		voltaje en vacío	
motor	Generador	Motor	Generador	I_{ca}	I_{cd}	V_{ca}	V_{cd}
24	37	64	96	.80	2	2.81	5.14
31	48	83	124	1.3	3	4.21	7.71
39	61	104	157	2.1	4	5.62	10.28
45	70	120	180	3	5	7.02	12.85
58	90	155	232	3.9	6	8.43	15.42
66	102	176	263	4.8	7	9.83	17.99
75	117	200	302	5.3	8	11.24	20.56
90	139	240	358	6.8	9	12.64	23.13
120	186	320	480	7.5	10	14.05	25.7



Curva característica de la prueba en corto circuito y sin cortocircuito

4.3 Pruebas con carga

La prueba con carga, consiste en revolucionar el generador a su velocidad nominal y verificar con el puente de diodos trifásico el voltaje de salida en CD, después de verificar el voltaje se prosigue a colocar carga hasta obtener el resultado deseado en nuestro caso.

Tabla de pruebas

CA		CD		RPM	
A	V_F	A	V_{C_d}	Generador	motor
6.5	12.4	7.8	25	630	400
8.6	13.2	10.8	25.4	700	466

CA= corriente alterna

CD= corriente directa

I= corriente

V_F = voltaje de fase

V_{cd} = voltaje corriente directa

10.2	15.1	11.5	28.8	800	533
------	------	------	------	-----	-----

4.4 Prueba de resistencia Óhmica

Esta prueba tiene la finalidad de verificar la Resistencia Óhmica de los Devanados. Con su aplicación se detectan los falsos contactos y espiras en corto circuito al compararse con los datos anteriores en caso de no tenerlos considerarlos como iniciales.

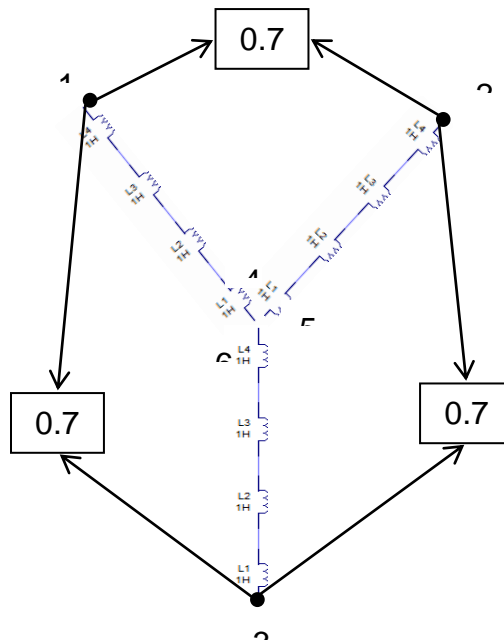


Diagrama de conexiones de la prueba Óhmica

Con la ayuda de un óhmetro, podremos tomar una lectura directa de la resistencia de una fase. 1, 2, 3; líneas y 4, 5, 6; punto común

4.5 Impedancia (Z)

Con los datos de la tensión y la corriente se determina la impedancia, es decir.

$$z = \frac{V}{I} \dots \dots \dots [23]$$

Z= impedancia

Siendo: V= voltaje

I= corriente

Sustituyendo la formula anterior se obtiene.

$$z = \frac{20.3 \text{ V}}{7.5 \text{ A}}$$

$$=2.71 \text{ Ohms}$$

4.6 Reactancia efectiva

Supongamos que la reactancia capacitiva en la bobina es cero ($X_c=0$), entonces la reactancia efectiva será.

$$Re = \frac{W}{I^2} \dots \dots \dots [24]$$

Re= reactancia efectiva

Siendo: W= potencia

I= corriente

Sustituyendo valores se obtiene:

$$Re = \frac{475W}{(10.2A)^2}$$

$$= \frac{475}{104.04}$$

$$= 4.54 \text{ Ohms}$$

4.7 Reactancia inductiva

Por consiguiente la reactancia inductiva será

$$XL = \sqrt{(Re)^2 - (Z)^2} \dots \dots \dots [25]$$

XL= reactancia inductiva

Siendo: Z= impedancia

Re= reactancia efectiva

Sustituyendo la fórmula se obtiene.

$$X_L = \sqrt{(4.54)^2 - (2.70)^2}$$

$$= \sqrt{20.61 - 7.29}$$

$$= \sqrt{13.32}$$

$$X_L = 3.649 \text{ Ohms}$$

4.8 Inductancia

Se calcula con la fórmula siguiente.

$$X_L = (2)(\pi)(f)(L)$$

$$L = \frac{X_L}{(2)(\pi)(f)} \dots \dots \dots [26]$$

x_l = reactancia

Siendo: $f =$ frecuencia

Sustituyendo valores se obtiene.

$$L = \frac{3.64}{(2)(3.1415)(80)}$$

$$= \frac{3.64}{502.65}$$

$$= 7.24 \times 10^{-03} \text{ Henry}$$

4.9 Factor de potencia

El factor de potencia será.

$$F.P = \frac{Z}{Re} \dots \dots \dots [27]$$

F.P= facto de potencia

Siendo: Re= reactancia efectiva

Z= impedancia

Sustituyendo valores se obtiene.

$$\text{F. P} = \frac{2.70 \Omega}{4.54 \Omega}$$

$$= 0.5947$$

El ángulo de desplazamiento entre la tensión y la corriente será.

$$\text{Cos } \varphi = \text{Cos } 0.59471$$

$$\text{Cos } \varphi = 53.50^\circ$$

Conclusiones y Ficha bibliográfica

5.1 conclusiones

Con este proyecto podremos concluir en la elaboración de un generador con un motor de inducción rotor tipo jaula de ardilla, ya sea nueva o inservible, el cual podremos modificar a generados, obteniendo costos bajos de fabricación del mismo y una nueva fuente de energía alterna.

El generador con imanes permanentes de neodimio suministrara una potencia de 475 watts de salida en CA, 331 Watts en CD, con un voltaje de 15.1V en AC, 28.8V en CD, con una corriente de 10.2A en CA, 11.5A en CD. Con este proyecto se podrá generar energía eléctrica en lugares que cuenten con ríos, arroyos o algún canal de riego en el cual podremos canalizar el agua.

5.2 fichas bibliográficas

1.1 Antecedentes

[1]...http://centrodeartigos.com/articulos-informativos/article_66032.html

[2]...http://es.wikipedia.org/wiki/Motor_as%C3%ADncrono

[3]...<https://sites.google.com/site/bjorn512/efectos-y-principios/teorema-de-ferraris>

[4]...<http://docencia.udea.edu.co/regionalizacion/irs-404/contenido/capitulo10.html>

[5]...<http://www.buscabiografias.com/bios/biografia/verDetalle/5891/Joseph%20Henry>

1.2 Estado del arte

[6]...<http://www.obeki.com/productos/Generadores%20de%20Imanes%20Permanentes.pdf>

[7]... <http://www.cubasolar.cu/biblioteca/ecosolar/Ecosolar04/HTML/articulo01.htm>

[8]...<http://www.abb.com.mx/product/ap/seitp322/5f69edc140e3f97bc12577490038db35.aspx>

[9]...<http://www.abb.com.mx/product/ap/seitp322/62e321d48ec988b7c12577490038a69e.aspx>

[10]... <http://www.alpoma.net/tecob/?p=8525>

[11]...<http://www.bajatec.net/energia-produccion-conservacion-almacenaje/turbina-hidroelectrica-casera>