



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE GRADUACIÓN**

**TRABAJO DE TITULACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

**ÁREA
PROYECTOS NUEVOS**

**TEMA
“FABRICACIÓN DE UN PROTOTIPO DE
GENERADOR ELÉCTRICO DE IMANES
PERMANENTES”**

**AUTOR
AGUILAR RIZZO CARLOS ARTURO**

**DIRECTORA DEL TRABAJO
ING. IND. LIZARZABURU MORA ANNABELLE SALLY, MSc.**

**2015
GUAYAQUIL – ECUADOR**

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

La responsabilidad del contenido de este Trabajo de Titulación me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Guayaquil.

AGUILAR RIZZO CARLOS ARTURO

C.C. # 0917607491

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación está dedicado a las personas que me han servido de apoyo e inspiración para perseverar en la consecución de este objetivo en mi vida: mi esposa y mis hijos, para ellos todo el fruto de mi esfuerzo y trabajo.

AGRADECIMIENTO

Mi principal agradecimiento a Dios ya que me ha dado la fortaleza y entendimiento que he necesitado, le agradezco también a mi esposa por el apoyo, comprensión y empuje constante que me ha brindado durante todo este tiempo. Finalmente un agradecimiento especial para mi tutora la Ingeniera Lizarzaburu Mora Anabelle, por ser una verdadera guía y brindarme una voz de aliento a lo largo del presente trabajo de titulación.

INDICE GENERAL

Nº	Descripción	Pág.
	Prólogo	1

INTRODUCCIÓN

Nº	Descripción	Pág.
	Tema	2
	Campo De Acción	2
	Antecedentes	2
	Justificativo	4
	Objetivos	5
	Objetivo General y Objetivos Específicos	5

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

Nº	Descripción	Pág.
1.1	Fundamento conceptual	6
1.1.1	Clases de generadores de imanes permanentes	12
1.1.2	F.e.m. inducida en una espira de un generador	13
1.1.3	F.e.m. inducida en una serie de conductores.	14
1.2	Fundamento histórico	17
1.3	Fundamento Referencial	17
1.4	Fundamento Legal	18
1.4.1	Incentivo para emprendedores	18
1.4.2	Patentes	199

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

Nº	Descripción	Pág.
2.1	Técnicas de investigación	20

Nº	Descripción	Pág.
2.2	Identificación del producto	21
2.3	Metodología y recopilación de antecedentes	23
2.3.1	Descripción, fabricación y propiedades de los imanes.	23
2.4	Determinación de la demanda	27
2.5	Análisis: antecedentes y determinación de la oferta actual.	29
2.6	Determinación de la demanda potencial insatisfecha	30
2.7	Demanda futura	31
2.8	Proyección estimada de la demanda actual.	36

CAPÍTULO III PROPUESTA

Nº	Descripción	Pág.
3.1	Estudio Técnico	38
3.1.1	Localización y ubicación	38
3.1.2	Edificio y suministros	39
3.1.3	Talento Humano	40
3.1.4	Capacidad de producción	40
3.2	Ingeniería y Proceso del Producto	41
3.3	Características del Generador Eléctrico	41
3.4	Rotor	43
3.5	Estator	43
3.6	Moldes y Plantillas	43
3.6.1	Construcción del dispositivo para la elaboración de las bobinas	443
3.6.1.1	Fabricación de la plantilla 01 para la distribución de los imanes	44
3.7	Materiales para la construcción del generador	46
3.7.1	Lista de materiales y herramientas para la construcción del generador	47
3.7.2	Mercado proveedor de materias primas y materiales	47
3.7.3	Lista de equipos básicos necesarios para la construcción del generador	49

Nº	Descripción	Pág.
3.8	Fabricación del generador eléctrico	49
3.8.1	Proceso de fabricación del rotor	50
3.8.2	Proceso de fabricación del Estator	58
3.8.3	Ensamble del Generador	64
3.9	Conversión de AC a CC, y curva de comportamiento	65
3.9.1	Pérdidas eléctricas y magnéticas	67
3.10	Estudio Económico	67
3.10.1	Inversión Fija	68
3.10.2	Capital de operación	73
3.10.3	Inversión Total.	83
3.10.4	Financiamiento.	83
3.10.5	Costos de producción.	85
3.10.6	Cálculo del costo unitario de producción.	86
3.10.7	Determinación del precio de venta.	86
3.11	Cálculo del punto de Equilibrio	87
3.12	Estado de Pérdidas y Ganancias	91
3.14	Flujo de Caja o Balance Económico	93
3.15	Determinación de la Tasa Interna de Retorno	95
3.16	Determinación del Valor Actual Neto	97
3.17	Índice Beneficio / Costo.	100
3.18	Cronograma de implementación del proyecto	99
3.19	Conclusiones y Recomendaciones	100
3.19.1	Conclusiones	100
3.19.2	Recomendaciones	101
	GLOSARIO DE TÉRMINOS	102
	ANEXOS	108
	BIBLIOGRAFÍA	114

INDICE DE GRÁFICOS

Nº	Descripción	Pág.
1	Segmento conductor que se mueve en un campo magnético	6
2	Campo magnético aplicado a un segmento conductor	7
3	F.E.M. Inducida en una espira cuadrada generada por imanes móviles	8
4	Paso del imán frente al lado AB de la espira	8
5	Polaridad de la espira en el segmento AB	9
6	Polaridad de la espira en el segmento DC	9
7	Inducción en ambos segmentos de la espira	10
8	Inducción de la espira con polos invertidos	11
9	Inducción en dos espiras	12
10	Comparación de los dos tipos de flujo	13
11	F.E.M. Inducida en una serie de conductores paralelos	15
12	Unión de la polaridad en una serie de conductores paralelos	16
13	Estructura del Generador eléctrico de imanes permanentes	22
14	Sistemas de generación de energías	33
15	Satisfacción con proveedor actual	34
16	Disponibilidad para cambiarse de Sistema de Energía	35
17	Dispositivo para construir las bobinas	44
18	Trazos y tangentes de circunferencias	45
19	Trazos de diagonales de circunferencias	46
20	Marcas para hacer el corte y obtener los discos del rotor	51
21	Fuerza que producen los imanes según ubicación	54
22	Ubicación correcta de los imanes	56
23	Procedimiento para la mezcla de la resina	57
24	Representación del circuito eléctrico	59
25	Medidas del eje hueco	60
26	Conexión a los diodos rectificadores	65
27	Curva de comportamiento del generador	66

Nº	Descripción	Pág.
28	Pérdidas Magnéticas	67
29	Punto de Equilibrio	90

INDICE DE TABLAS

Nº	Descripción	Pág.
1	Composición de imanes de neodimio	23
2	Propiedades Magnéticas de los imanes	26
3	Propiedades Mecánicas y físicas	26
4	Historial de consumo de energía eléctrica en Guayaquil	36
5	Proyección de la demanda por incremento porcentual	37
6	Análisis de la localización del proyecto	39
7	Capacidad de producción	41
8	Inversión Fija	68
9	Terreno y Construcciones	69
10	Construcciones	69
11	Equipos para la producción	70
12	Equipos auxiliares	70
13	Maquinarias y equipos	71
14	Activos intangibles	72
15	Equipos de muebles y oficina	72
16	Otros activos	73
17	Capital de operación anual	73
18	Materiales directos	74
19	Mano de obra directa	75
20	Mano de obra indirecta	76
21	Materiales indirectos	76
22	Depreciaciones, seguros y mantenimiento	77
23	Suministros de fabricación	78
24	Carga Fabril	79
25	Sueldos al personal administrativo	79
26	Costos generales	80
27	Sueldos y gastos administrativos	80
28	Sueldos al personal de ventas	81

Nº	Descripción	Pág.
29	Costos publicitarios	82
30	Costos de ventas	82
31	Inversión Total	83
32	Amortización del crédito financiado	84
33	Intereses anuales	85
34	Costos de Producción	86
35	Ingresos por ventas	87
36	Determinación de costos fijos y variables	88
37	Datos para el cálculo del punto de equilibrio	89
38	Estado de pérdidas y ganancias	92
39	Balance económico de flujo de caja	94
40	Punto de Equilibrio	96
41	Cálculo del valor actual neto	98
42	Cronograma de Implementación	99

INDICE DE IMÁGENES

Nº	Descripción	Pág.
1	Imanes de neodimio	25
2	Disco listo para colocar rodamiento en asiento	53
3	Cinta de aluminio para evitar derrame de resina	53
4	Ubicación de las bobinas	62
5	Bobinas cubiertas por la resina	63
6	Ensamble del Generador	64

INDICE DE ANEXOS

Nº	Descripción	Pág.
1	Proyectos de Generación Eléctrica	109
2	Establecimientos económicos de Guayaquil	110
3	Factura de Imanes de neodimio	111
4	Diagrama de Análisis del Proceso	112
5	Diagrama de operaciones del proceso	113
6	Diagrama de distribución de planta	114
7	Organigrama de la empresa	115

AUTOR: AGUILAR RIZZO CARLOS
TITULO: FABRICACIÓN DE UN PROTOTIPO DE GENERADOR ELÉCTRICO DE IMANES PERMANENTES.
DIRECTOR: ING. IND. LIZARZABURU MORA ANNABELLE

RESUMEN

En el presente proyecto se expuso el diseño y fabricación de un generador eléctrico con imanes permanentes, con el objeto de trabajar independiente de la red eléctrica, para abastecer pequeños consumos. El diseño está orientado a que la máquina genere electricidad a partir de bajas revoluciones. Los generadores eléctricos con imanes permanentes logran buenos rendimientos con reducido tamaño. En su desarrollo se aplicó la investigación científica mediante el uso de técnicas propias de Ingeniería Industrial de ciencias como “Investigación de Mercado”, “Estadística”, “Marketing”, entre otras. También técnicas estadísticas tales como recopilación de la información, procesamiento y tabulación de datos obtenidos en encuestas, muestreos y proyecciones. Finalmente se pudo comprobar que la potencia obtenida es un poco baja pero la misma puede aumentar mediante el acople de más rotores y estatores con los que se puede generar una mayor potencia de salida a pesar de la baja potencia inicial, el generador es ideal para instalarlo en turbinas hidráulicas o eólicas.

PALABRAS CLAVES: Fabricación, Generador, Eléctrico, Imanes, Permanentes, Alternativa, Energía, Limpia.

Aguilar Rizzo Carlos Arturo
C.C. 0917607491

Ing. Ind. Lizarzaburu Mora Annabelle
Director del Trabajo

AUTHOR: CARLOS AGUILAR RIZZO
SUBJECT: CONSTRUCTION OF A PROTOTYPE OF AN ELECTRIC GENERATOR OF PERMANENT MAGNETS.
DIRECTOR: ING. IND. LIZARZABURU MORA ANNABELLE

ABSTRACT

In this project was discussed the design and manufacture of a permanent magnet generator, in order to work independently from the mains to supply small consumption. The design is aimed at the machine that generates electricity from low revs. Electric generators with permanent magnets produce good yields with a reduced size. In its development a scientific research was applied using the own Industrial Engineering sciences "Market Research", "Statistics", "Marketing", among other techniques. And also the statistical techniques such as information collection, processing and tabulation of survey data, sampling and projections. Finally it was found that the power output is a bit low but it can be increased by fitting more rotors and stators that can generate greater power output despite the initial low power, the generator is ideal for installation in hydraulic or wind turbines.

KEY WORDS: Manufacturing, Electric, Generator, Permanent, Magnets Alternative, Clean, Energy.

Aguilar Rizzo Carlos Arturo
C.C. 0917607491

Ing. Ind. Lizarzaburu Mora Annabelle
Director of work

PRÓLOGO

En este Trabajo de investigación se encontrará información muy detallada de cómo fabricar un generador eléctrico de imanes permanentes, partiendo desde el Marco Teórico referencial, en el que se basó la investigación para obtener los conceptos básicos para su desarrollo, continuando luego con la Metodología utilizada, la cual se basó en investigaciones realizadas en otros países como Perú, Estados Unidos y Chile para tener una referencia de la fabricación de los generadores, en donde ya se han realizado prototipos similares con muy buenos resultados, y en la metodología también se realizó un breve estudio de mercado para determinar la posible aceptación o rechazo del mercado a este producto generador de energía limpia que no contamina el medio ambiente y de un costo considerablemente accesible para el público de en general.

Posteriormente se verá la propuesta que se plantea, basándose en un estudio técnico para tener las bases que permitan un desenvolvimiento adecuado con la ayuda también de un estudio financiero que va a determinar la factibilidad o no del presente trabajo de titulación.

Cabe señalar que el generador eléctrico de imanes permanentes es un equipo susceptible de ser mejorado, y que podría funcionar con transmisiones proporcionadas por energía eólica, como molinos de viento; energía hidráulica, con turbinas hidráulicas; o también con energía mecánica proporcionada por los ejes de las llantas de los autos eléctricos que se van a introducir libres de impuestos en el Ecuador, por lo que sería de gran utilidad en especial para estos últimos ya que ayudaría a mejorar la autonomía en kilometrajes de recorrido de los mismos.

INTRODUCCIÓN

Tema

Fabricación de un prototipo de generador eléctrico de imanes permanentes

El Problema

Planteamiento del Problema

¿Qué medio de generación eléctrica permitirá en el Ecuador reducir la contaminación que producen los generadores de energía que consumen derivados del petróleo que emiten gases de efecto invernadero y a su vez se lo aproveche como fuente de energía renovable?

Título

Generador Eléctrico de Energía Limpia.

Campo De Acción

El presente trabajo de titulación se aplicará en la ciudad de Guayaquil.

Antecedentes

Desde que Nikola Tesla descubrió la corriente alterna y la forma de producirla en los alternadores, se ha llevado a cabo una inmensa actividad tecnológica para llevar la electricidad a todos los lugares habitados del mundo, por lo que, junto a la construcción de grandes y

variadas centrales eléctricas, se han construido sofisticadas redes de transporte y sistemas de distribución. Sin embargo, el aprovechamiento ha sido y sigue siendo muy desigual en todo el planeta. Así, los países industrializados o del Primer mundo son grandes consumidores de energía eléctrica, mientras que los países del llamado Tercer mundo apenas disfrutan de sus ventajas.

En pleno siglo XXI, tenemos un tremendo problema mundial con la contaminación de los motores que usan derivados del petróleo y que además del daño que causan al medio ambiente necesitan permanentemente de combustible para su funcionamiento además del respectivo mantenimiento. Por lo anterior el presente Trabajo de Titulación se propone una nueva alternativa para suplir las falencias que tienen los generadores eléctricos convencionales y es precisamente la fabricación de un prototipo de Generador Eléctrico de Imanes Permanentes.

Un Generador Eléctrico de Imanes Permanentes es un generador síncrono, es un tipo de máquina eléctrica rotativa capaz de transformar energía mecánica (en forma de rotación) en energía eléctrica. El generador síncrono está compuesto principalmente de una parte móvil o rotor y de una parte fija o estator. El rotor gira recibiendo un empuje externo. 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.

El motor magnético es el invento más revolucionario desde la máquina de vapor y su sencillez es aún más abrumadora. Consiste en un dispositivo que convierte la fuerza de reacción causada por el magnetismo en energía eléctrica sin causar contaminación al medio ambiente.

El Generador de Imanes Permanentes es otra alternativa de energía que puede convertir la energía magnética en energía eléctrica y funciona de forma similar a los paneles solares que transforman la luz solar en

energía eléctrica pero la diferencia entre ambos sistemas es que el solar requiere de una fuente externa de energía como el sol y el motor magnético no requiere de ninguna fuente externa de energía.

Hasta el momento el Generador de Imanes Permanentes sería la mejor fuente de energía eléctrica sin perjudicar el medio ambiente ya que a diferencia de la energía que llega por medio del sol o del viento que no son energías constantes y dejan de funcionar en un día nublado o sin viento, el Generador de Imanes Permanentes no deja de funcionar una vez que ha sido iniciado a no ser que se lo detenga. Además sus materiales de construcción son muy baratos y requiere de poco mantenimiento.

Justificativo

En los actuales momentos en el Ecuador como en casi todo el mundo hay una gran necesidad de implementar nuevas fuentes de energía que sean menos costosas y que contribuyan a la conservación del medio ambiente, mediante la creación de generadores o dispositivos que tengan poca o nula emisión de gases contaminantes que lo afecten. Es por ello que se plantea como Trabajo de Titulación fabricación de un prototipo de Generador Eléctrico con Imanes Permanentes, como una alternativa muy viable para satisfacer esta necesidad ya que se trata de un alternador que no necesita de ningún tipo de combustibles para la generación de corriente alterna, es económico y algo novedoso en el Ecuador.

Actualmente, se ha incrementado la demanda energética y al utilizar centrales hidroeléctricas que suplan dicha demanda también se ha incrementado la dependencia de la quema de combustibles fósiles e importaciones energéticas en los últimos años, además que la fabricación de estas centrales conlleva mucho tiempo en su construcción. Sin duda el

ecosistema es el más afectado con el sistema de generación actual en nuestro país y el mundo.

Se ha considerado indispensable enfocar gran parte de esta investigación a la generación de energía eléctrica libre de contaminación.

La implementación del presente proyecto también se justifica debido a la ausencia de producción nacional en este ámbito, ya que en la actualidad toda la producción de energía eléctrica es realizada con Generadores fabricados fuera del Ecuador lo que produce una salida de divisas por este rubro al no contar con una producción nacional. Ser pionero en el Ecuador en la fabricación de Generadores Eléctricos con Imanes Permanentes.

Objetivos

Objetivo General

Fabricar un prototipo de generador eléctrico con imanes permanentes.

Objetivos específicos

- Determinar los diferentes componentes del sistema generador de energía eléctrica con imanes permanentes.
- Realizar un Estudio Técnico para establecer las bases de la fabricación de un Generador eléctrico de Imanes permanentes.
- Elaborar un Estudio Financiero para determinar la factibilidad del proyecto.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Fundamento conceptual

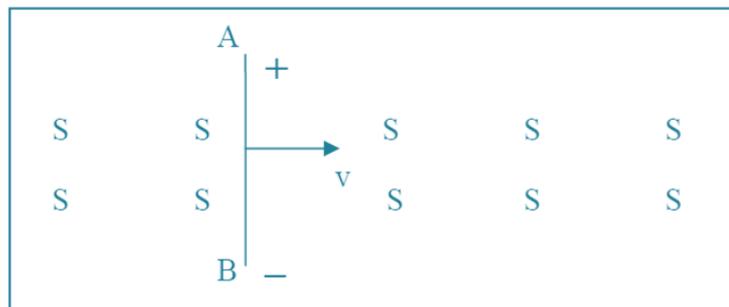
Primeramente se detallará los principios básicos de los generadores de imanes permanentes.

¿Qué es un Generador Eléctrico de Imanes Permanentes?

“Un generador de imanes permanentes 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” (Obeki).

GRÁFICO Nº 1

SEGMENTO CONDUCTOR QUE SE MUEVE EN UN CAMPO MAGNÉTICO



Fuente: www.obeki.com/productos/Generadores
Elaborado por: Aguilar Rizzo Carlos Arturo

Previamente a la aplicación de la fórmula de Lorentz a una espira, explicaremos la fórmula de Lorentz para un segmento conductor que se mueve en un campo magnético estático.

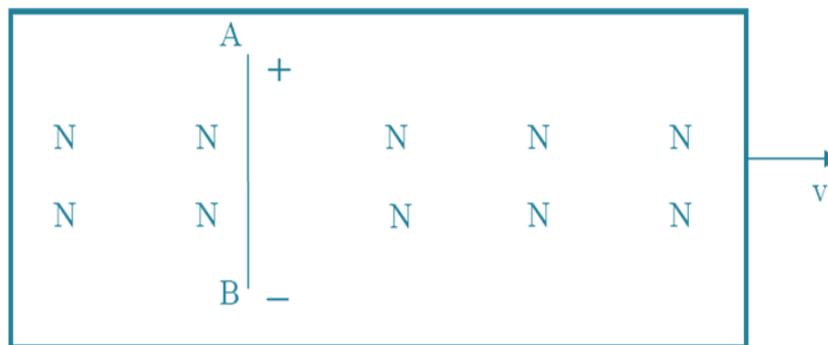
En el gráfico N° 1 se considera que el segmento AB se mueve hacia la derecha, por encima de un imán cuyo polo norte es la cara posterior de la hoja, y el polo sur está en la propia hoja. El campo magnético es pues perpendicular a la hoja de papel y dirigido hacia dentro. En este caso sencillo, la expresión de Lorentz es: (Hervás)

$$\varepsilon = vBL$$

Donde L es la longitud del segmento AB. El polo positivo de la figura es el extremo A del segmento y el polo negativo es el extremo B. En un generador de imanes permanentes, no es el conductor el que se mueve en el campo magnético sino al contrario, los conductores que forman las espiras permanecen quietos y son los imanes los que se mueven. En este caso, el anterior dibujo se puede redibujar en la forma: (Hervás)

GRÁFICO N° 2

CAMPO MAGNÉTICO APLICADO A UN SEGMENTO CONDUCTOR



Fuente: www.obeki.com/productos/GeneradoreS
Elaborado por: Aguilar Rizzo Carlos Arturo

En este dibujo, el imán se mueve hacia la derecha, y el segmento está en reposo. Esta situación es equivalente, por movimiento relativo, a que el imán se encuentre en reposo y el conductor se mueva hacia la izquierda. Es por ello que para mantener la polaridad de la f.e.m. inducida en el segmento conductor, el polo Norte del imán está en la cara superior de la hoja de papel y el campo magnético sale del papel. (Hervás)

Si el polo Sur del imán está en la cara superior de la hoja de papel, y el imán se mueve hacia la derecha, la tensión generada en el segmento AB es la representada en la figura siguiente:

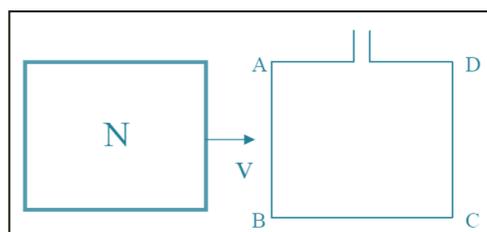
GRÁFICO Nº 3
F.E.M. (FUERZA ELECTROMAGNÉTICA) INDUCIDA EN UNA
ESPIRA CUADRADA GENERADA POR IMANES MÓVILES.



Fuente: www.obeki.com/productos/Generadores
 Elaborado por: Aguilar Rizzo Carlos Arturo

Consideraremos a continuación que un imán se mueve hacia la derecha y pasa enfrente (y por debajo) de una espira cuadrada abierta, que consideramos formada por tres segmentos, dos verticales y el otro horizontal, conectados entre si, y el cuarto segmento, que cerraría la espira, esta partido en su mitad y abierto. La superficie del imán es ligeramente inferior a la de la espira (considerada cerrada), y la anchura del imán es igual a la de la espira. Cuando el imán pase enfrente de los segmentos verticales AB y CD inducirá f.e.m. en ellos cuya polaridad estará de acuerdo con lo presentado anteriormente. (Hervás)

GRÁFICO Nº 4
PASO DEL IMÁN FRENTE AL LADO AB DE LA ESPIRA



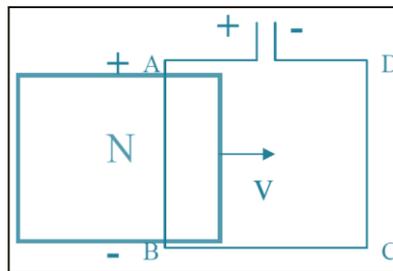
Fuente: www.obeki.com/productos/Generadores
 Elaborado por: Aguilar Rizzo Carlos Arturo

1.- Primera posición: el imán está pasando enfrente del primer lado de la espira (lado AB). La polaridad será:

A = polo positivo.

B = polo negativo.

GRÁFICO Nº 5 POLARIDAD DE LA ESPIRA EN SEGMENTO AB



Fuente: www.obeki.com/productos/Generadores
Elaborado por: Aguilar Rizzo Carlos Arturo

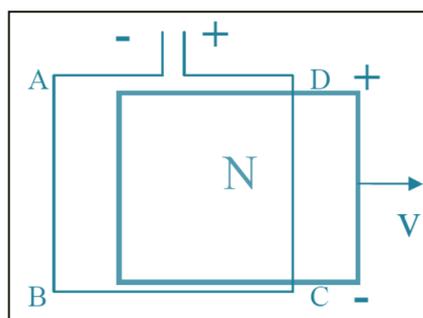
En el gráfico anterior se puede apreciar la polaridad total de la espira.

2.- Segunda posición: el imán está pasando enfrente del segundo lado de la espira (lado CD). La polaridad será:

C = polo negativo.

En el lado AB ya no se induce tensión. La polaridad total será:

GRÁFICO Nº 6 POLARIDAD DE LA ESPIRA EN EL SEGMENTO DC



Fuente: www.obeki.com/productos/Generadores
Elaborado por: Aguilar Rizzo Carlos Arturo

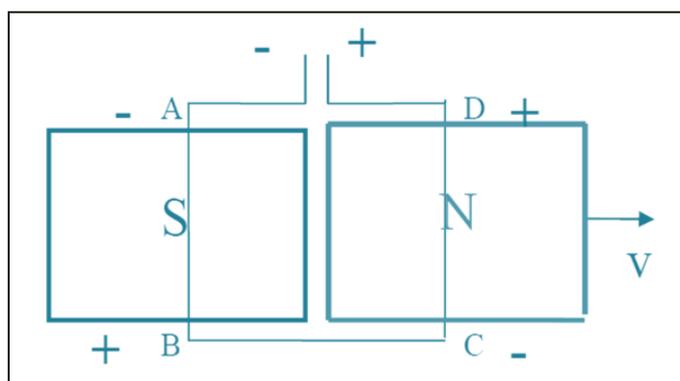
Si el polo del imán que está pasando enfrente de la espira es S en vez de N, las polaridades de la espira son las inversas de las explicadas en los dos casos anteriores. (Hervás)

A continuación consideraremos dos imanes cuyos polos son opuestos, y que pasan enfrente de la espira. Cuando está pasando el primer imán enfrente del lado AB, se tiene la situación del caso 1, en cuyo caso la polaridad es la misma que entonces y que no dibujamos: A = polo positivo; (Hervás) B = polo negativo.

3.- El primer imán está pasando enfrente del segmento DC, y el segundo imán ya está enfrente del segmento AB. Entonces se inducen tensiones en ambos segmentos, con la polaridad: (Hervás)

A = Polo negativo C = Polo negativo
B = Polo positivo D = Polo positivo

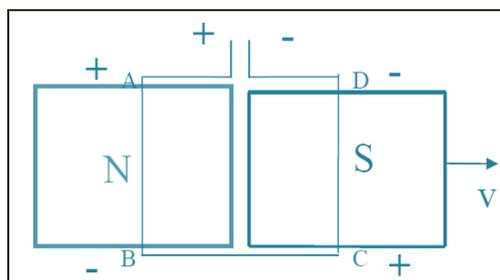
GRÁFICO Nº 7 INDUCCIÓN EN AMBOS SEGMENTOS DE LA ESPIRA



Fuente: www.obeki.com/productos/Generadores
Elaborado por: Aguilar Rizzo Carlos Arturo

El resultado es una espira con una tensión doble, debida a la suma de las tensiones de los dos segmentos ya que ambos segmentos intervienen para la formación del campo magnético posterior. (Hervás)

GRÁFICO Nº 8 INDUCCIÓN DE LA ESPIRA CON POLOS INVERTIDOS

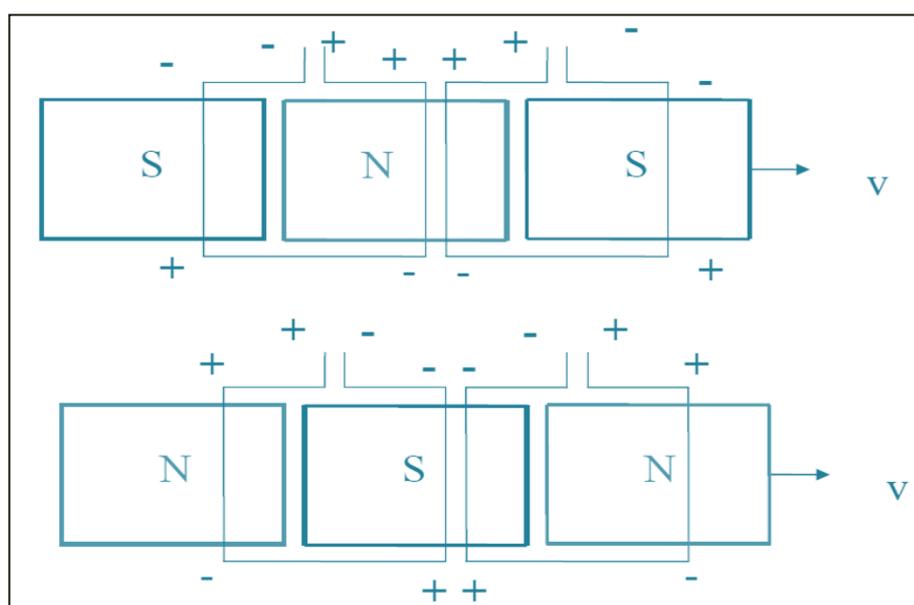


Fuente: www.obeki.com/productos/GeneradoreS
Elaborado por: Aguilar Rizzo Carlos Arturo

Quando el primer imán haya pasado de largo y el segundo imán este enfrenteado al segmento DC, la polaridad de la espira será la contraria a la mostrada en el gráfico. (Hervás)

Por último, se considerará el caso que una hilera de imanes con los polos magnéticos alternados, que pasan enfrente de dos espiras.

GRÁFICO Nº 9 INDUCCIÓN EN DOS ESPIRAS



Fuente: www.obeki.com/productos/GeneradoreS
Elaborado por: Aguilar Rizzo Carlos Arturo

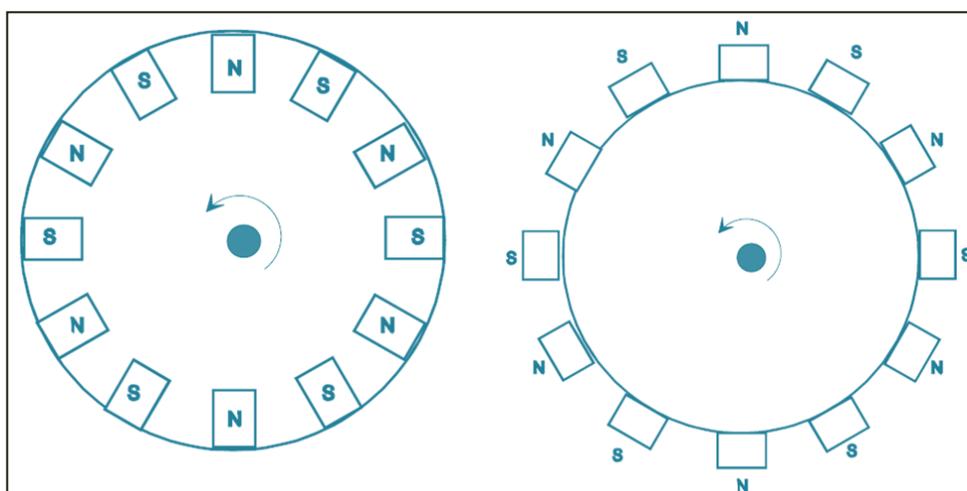
La separación entre las espiras es la misma que la separación entre los imanes. (Hervás)

Las espiras contiguas tienen polaridades contrarias.

1.1.1 Clases de generadores de imanes permanentes.

En el apartado anterior se supone que se tiene una fila de imanes que se mueve con velocidad “lineal” frente a un grupo de espiras. Dicha situación no es la que se da en los generadores eléctricos, sino que los imanes se mueven con velocidad “circular”. Según sea el eje de giro, los generadores son de dos tipos, de flujo axial y de flujo radial. (Hervás)

GRÁFICO Nº 10
COMPARACIÓN DE LOS DOS TIPOS DE FLUJO



Fuente: www.obeki.com/productos/Generadores
Elaborado por: Aguilar Rizzo Carlos Arturo

- Generadores de flujo axial: el eje de giro es paralelo al campo magnético de los imanes.
- Generadores de flujo radial: el eje de giro es perpendicular al campo magnético de los imanes. (Hervás)

Las expresiones “flujo axial” y “flujo radial” no son físicamente correctas, puesto que el flujo es una magnitud escalar y por tanto no puede tener sentido axial ni radial, pero esta terminología se ha establecido como distintiva de los dos tipos de generadores. (Hervás)

En los generadores de flujo axial, los imanes se disponen sobre un disco de hierro que gira alrededor de un eje perpendicular que pasa por su centro. Así pues el campo magnético de los imanes es paralelo al eje de giro, y de ahí la frase “flujo axial” que realmente significa campo magnético paralelo al eje de giro. (Hervás)

En los generadores de flujo radial, los imanes se colocan sobre la superficie lateral de un cilindro que gira alrededor de su propio eje. En este caso el campo magnético de los imanes es perpendicular al eje de giro, y por tanto va en dirección radial, y de ahí la frase “flujo radial” que realmente significa campo magnético en dirección radial o perpendicular al eje de giro. (Hervás)

1.1.2 F.e.m. inducida en una espira de un generador.

Aunque en las explicaciones anteriores se ha supuesto que los imanes se mueven con velocidad lineal uniforme frente a las espiras, realmente se mueven en un movimiento circular uniforme, y el número de imanes es siempre par y con los polos magnéticos alternados. Puesto que cada lado de la espira está siendo atacado por dos imanes de polos opuestos. (Hervás)

$$\varepsilon = 2vBL$$

Como la velocidad lineal está relacionada con la angular por la expresión:

$$v = \omega \cdot r$$

La expresión de la f.e.m. inducida en una espira será:

$$\varepsilon = 2\omega rBL$$

Como esta f.e.m. es alterna su valor eficaz se obtendrá dividiendo por la raíz de 2:

$$\varepsilon_e = \frac{1}{\sqrt{2}} 2\omega rBL$$

Si usamos las rpms (revoluciones por minuto) para medir la velocidad angular:

$$\omega = \frac{2\pi}{60} (\text{rpms})$$

Finalmente queda la siguiente expresión para la f.e.m. inducida en una espira:

$$\varepsilon_e = 0.148(\text{rpms})rBL$$

Si se tiene una bobina formada por N espiras, la f.e.m. inducida en la bobina será:

$$\varepsilon_e = 0.148(\text{rpms})rBNL$$

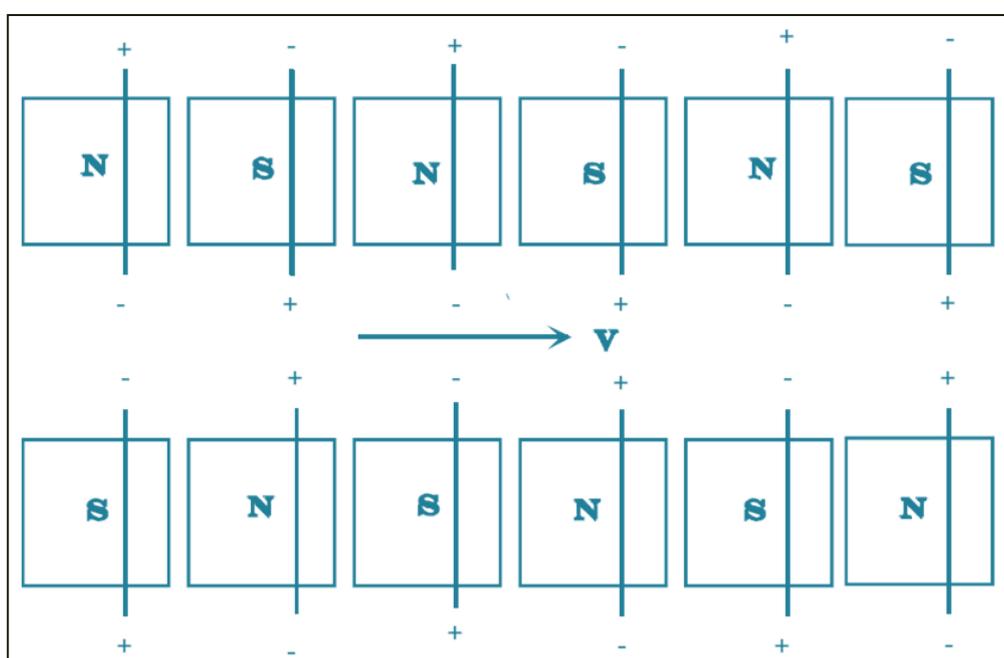
Donde r es el radio de giro del imán, B es el campo magnético que actúa sobre los lados de la bobina, N es el número de vueltas del hilo de cobre que forma la bobina, y L es la longitud de la bobina perpendicular a la velocidad del imán. (Hervás)

1.1.3 F.e.m. inducida en una serie de conductores.

Supongamos un conjunto de imanes de igual tamaño y equidistantes entre sí, con los polos alternados, que se mueven con velocidad v por

delante de un conjunto de segmentos conductores paralelos y equiespaciados, tal como se muestra en los dibujos siguientes. Según la Ley de Lorentz, la polaridad de cada segmento es la representada en el siguiente gráfico: (Hervás)

GRÁFICO N° 11
F.E.M. INDUCIDA EN UNA SERIE DE CONDUCTORES
PARALELOS



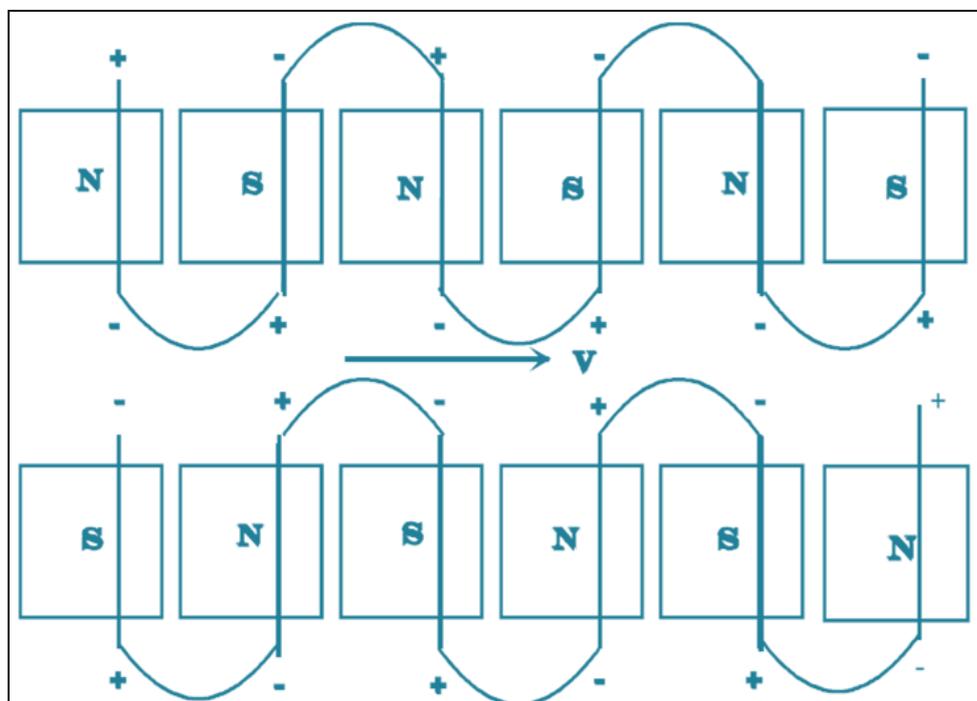
Fuente: www.obeki.com/productos/Generadores
 Elaborado por: Aguilar Rizzo Carlos Arturo

La polaridad inducida en los segmentos debido al movimiento de los imanes, permite unirlos conforme se muestra en el siguiente gráfico: (Hervás)

La fuerza electromotriz inducida entre los extremos de todos los segmentos será la suma de la inducida en todos ellos, y como es la misma en cada uno de los segmentos, la f.e.m. total será la inducida en uno de ellos, por el número de segmentos: (Hervás)

$$\varepsilon = nvBl$$

GRÁFICO N° 12
UNIÓN DE LA POLARIDAD EN UNA SERIE DE CONDUCTORES
PARALELOS



Fuente: www.obeki.com/productos/Generadores
 Elaborado por: Aguilar Rizzo Carlos Arturo

Donde n es el número de segmentos y l es la longitud de uno de ellos. Si los imanes se mueven con un movimiento circular frente a los segmentos, la f.e.m. inducida será: (Hervás)

$$\varepsilon = \omega r B n l$$

Como en la pregunta anterior, si se desea expresar en rpms, la expresión para el valor eficaz de la f.e.m. inducida en el conjunto de segmentos será: (Hervás)

$$\varepsilon_e = \frac{1}{\sqrt{2}} \frac{2\pi}{60} (\text{Rpm}) r B n l = 0.074 (\text{Rpm}) r B L$$

Donde r es el radio de giro de los imanes, B el campo magnético y L es la longitud total de los n segmentos, esto es $n l = L$. (Hervás)

1.2 Fundamento histórico

Actualmente no hay antecedentes de Generadores Eléctricos con Imanes Permanentes fabricados en el Ecuador y por ello recurro a conceptos básicos y referencias de los construidos en otros países para la elaboración de los mismos.

1.3 Fundamento Referencial

En el siglo 19 casi todos los generadores eléctricos de imanes permanentes eran caseros. En el año 1831, Michael Faraday descubrió que el cambio de los campos magnéticos puede generar electricidad. Utilizando este descubrimiento, construyó a mano el primer generador eléctrico del mundo, usando imanes permanentes. Varios científicos produjeron unos cuantos generadores caseros después de él, pero no fue hasta 1871 que se creó el primer generador con posibilidades comerciales.

Hasta la actualidad en el Ecuador no hay registros de construcción de este tipo de generadores eléctricos, pero si he encontrado antecedentes en nuestro vecino del sur Perú, en donde inclusive se están usando aerogeneradores en un proyecto instalado en una comuna del sector rural en donde no llega la red eléctrica interconectada. En el año 2000, se instaló el primer prototipo de este micro aerogenerador en una zona rural que inicialmente tuvo mucha acogida en vista de lo novedoso de la fuente de generación de energía eléctrica en el lugar, ya que en aquel sitio no se contaba con ningún tipo de generación de energía eléctrica y peor aún una fuente de tipo ecológica que no contamine el medio ambiente. Luego, hasta el año 2006, se probaron y monitorearon equipos en seis diferentes puntos de la costa y andes del Perú, realizándose constantes mejoras en el diseño y la construcción hasta lograr un equipo suficientemente confiable para operar en zonas rurales, hasta en condiciones muy inhóspitas trabajando a bajas revoluciones.

1.4 Fundamento Legal

Según refiere el artículo 413 de la Constitución de la República del Ecuador establece que el Estado debe promover la eficiencia energética, el desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sanas, así como de energías renovables, diversificadas, de bajo impacto, además de la tradicional, la hidroeléctrica que desde hace muchos años ya se viene aprovechando en el país.

1.4.1 Incentivo para emprendedores

Actualmente existe un proyecto de ley para la creación de una Ley de incentivos para los emprendedores, de acuerdo con la agenda que difundió recientemente la Comisión de Desarrollo Económico de la Asamblea, se anuncia el tratamiento de una Ley de Fomento al Emprendimiento. En esa instancia reposan, desde el 2013, dos proyectos con similares propósitos.

Actualmente se está otorgando un crédito para emprendedores denominado “**Capital Semilla**”.

El capital semilla, conocido en ocasiones como financiación semilla, es un tipo de oferta de acciones en la cual un inversor adquiere una parte de un negocio o empresa. El apoyo al negocio se realiza en su fase de creación hasta que consigue generar su propio flujo de caja, o hasta que está listo para una nueva inversión. El capital semilla puede incluir opciones como la financiación familiar o por amigos y la financiación ángel.

A través del programa Socio Empresa la Corporación Financiera Nacional hace un crédito al emprendedor, con un capital semilla de hasta 20.000 dólares, para que impulsen sus proyectos productivos todos aquellos emprendedores con ganas de triunfar.

1.4.2 Patentes

Es un derecho que el Estado confiere en forma exclusiva a las invenciones.

Una patente provee a su titular el derecho a explotar industrial y/o comercialmente en forma exclusiva su invento.

La patente tendrá un plazo de duración de veinte años, contados a partir de la fecha de presentación de la respectiva solicitud si es de invención y de diez años si es modelo de utilidad.

La solicitud para obtener una patente de invención deberá presentarse en el formulario preparado, y puesto a disposición por la Dirección Nacional de Propiedad Industrial y deberá especificar:

- a. Identificación del solicitante(s) con sus datos generales, e indicando el modo de obtención del derecho en caso de no ser él mismo el inventor.
- b. Identificación del inventor(es) con sus datos generales.
- c. Título o nombre de la invención
- d. Identificación del lugar y fecha de depósito del material biológico vivo, cuando la invención se refiera a procedimiento microbiológico.
- e. Identificación de la prioridad reivindicada, si fuere del caso o la declaración expresa de que no existe solicitud previa.
- f. Identificación del representante o apoderado, con sus datos generales.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1 Técnicas de investigación

Mediante el desarrollo de este proyecto de investigación se busca implementar una herramienta de investigación con ramas afines a la ingeniería industrial, electrónica, mecánica, electricidad, entre otras. Las exigencias que requiere este proyecto son variadas y diversas, y están canalizadas inicialmente para una producción y comercialización en la provincia del Guayas que es la provincia de mayor demanda de energía eléctrica, es por este motivo que se plantean las siguientes técnicas:

Recolectar información en fuentes secundarias como el internet en donde muchos investigadores de proyectos similares emiten criterios respecto de sus experiencias positivas o negativas y el por qué de las mismas.

Consultar información de fuentes bibliográficas, en donde encontraremos la guía básica para realizar nuestros cálculos de factibilidad y producción.

Acudir a fuentes primarias mediante encuesta a personas que trabajan en sectores industriales, comerciales y a los hogares, para analizar las respuestas de sus expectativas con respecto a este tipo de generación eléctrica. También se efectuará la aplicación de ciencias como la estadística, economía, electricidad y demás ciencias o técnicas que el Ingeniero Industrial debe utilizar para poder determinar las mejores conclusiones respecto del proyecto investigado, lo cual servirá para determinar la posterior factibilidad del trabajo de titulación.

Adicionalmente se aplicará la investigación científica mediante el uso de técnicas propias de Ingeniería Industrial de ciencias como “Investigación de Mercado”, “Proyecciones estadísticas”, “Marketing”, entre otras. Serán el eje de la elaboración de este trabajo de titulación. Técnicas estadísticas: Recopilación de la información, procesamiento y tabulación de datos obtenidos en encuestas, muestreos y proyecciones.

2.2 Identificación del producto

El Generador de imanes permanentes se trata de un generador síncrono de flujo axial con imanes de neodimio que produce corriente alterna (AC) trifásica de bajo voltaje, que posteriormente se transformará a corriente continua (CC) mediante la utilización de diodos rectificadores por la necesidad de almacenar la energía en baterías.

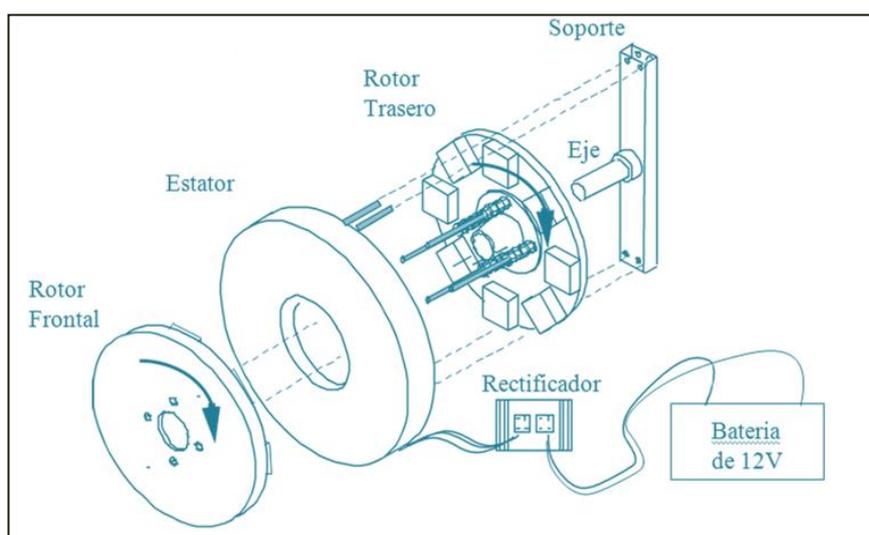
El diseño aquí presentado se compone de un rotor frontal de acero, un estator de madera sin ranuras, sobre el cual se ubicará directamente el bobinado, y un rotor posterior también de acero. Ambos rotores y el estator están unidos por un eje longitudinal.

Los generadores de flujo axial de imanes permanentes son compactos, tienen un buen rendimiento y no necesitan excitación externa. Esto hace que puedan ser usados como generadores de alta y baja velocidad. Tienen las ventajas de tener una densidad de potencia alta, y al fabricarse de forma modular es muy fácil ampliarlos e integrarlos con otros componentes mecánicos, como turbinas. La tensión a la salida normalmente debe ser rectificadas e invertidas con un convertidor estático.

Esta configuración de dos entrehierros tiene la ventaja de cancelar las fuerzas longitudinales sobre el estator, además esta topología minimiza la inductancia de dispersión, y al utilizar un estator sin ranuras, conseguimos eliminar el par de ranura y las vibraciones provocadas por él.

El hecho de no usar hierro disminuye las pérdidas por histéresis y corrientes de Foucault.

GRÁFICO N° 13 ESTRUCTURA DEL GENERADOR ELÉCTRICO DE IMANES PERMANENTES



Fuente: Soluciones Prácticas ITDG
Elaborado por: Aguilar Rizzo Carlos Arturo

Los imanes permanentes se ubican sobre la superficie de los rotores, de tal forma que el flujo magnético pasa de un rotor a otro a través de las bobinas del estator mientras el eje del rotor gira. De esta forma, se induce una tensión eléctrica en los terminales de las bobinas. El hecho de usar imanes permanentes elimina las pérdidas en el devanado de excitación, que normalmente suelen representar entre el 20 y el 30 por ciento de las pérdidas de un generador. Cabe indicar que dicha configuración permite el crecimiento modular de la máquina al añadir otro conjunto de estator bobinado y rotor con imanes.

La tensión en bornes del alternador, pasa a un sistema de regulación, formado por una etapa inversora seguida de una etapa rectificadora. Una vez modelada la forma de onda, pasa a cargar el sistema de baterías a 24V en corriente continua.

2.3 Metodología y recopilación de antecedentes

Al investigar información en fuentes secundarias tales como el INEC, sobre empresas que se dediquen a la fabricación de generadores eléctricos de imanes permanentes en el Ecuador, se puede constatar de que no existen registros de empresa alguna de este tipo en nuestro medio, sin embargo, en internet si se pueden encontrar empresas que se anuncian como productoras y comercializadoras de este tipo de generadores como es el caso de Potencia, que se anuncia de la siguiente forma en internet: POTENCIA es pionera a nivel mundial en el diseño, ingeniería y fabricación de generadores de imanes permanentes, empezando con el diseño y fabricación de generadores eólicos de tracción directa de 5 kW y 28 polos en 1975, hace más de 30 años, esto lo podemos encontrar en la página: <http://www.potenciaindustrial.com.mx>

2.3.1 Descripción, fabricación y propiedades de los imanes.

Descripción

Los Imanes de Neodimio son una aleación hecha principalmente de una combinación de neodimio, hierro, boro, cobalto y varios niveles de disprosio y praseodimio. (<http://imanesneodimio.net/como-estan-hechos-los-imanes-de-neodimio/>)

TABLA Nº 1
COMPOSICIÓN DE IMANES DE NEODIMIO

Componentes	% en peso
Neodimio	29-32
Hierro	64,2-68,5
Boro	1,0-1,2
Aluminio	0,2-0,4

Niobio	0,5-1,0
Disprosidio	0,8-1,2

Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Im%C3%A1n_de_neodimio
 Elaborado por: Aguilar Rizzo Carlos Arturo

La composición química exacta dentro de NdFeB depende del grado de NdFeB. El Disprosidio y el praseodimio se añaden como un reemplazo para algunos de los imanes de neodimio para mejorar la resistencia a la corrosión y para mejorar la H_{ci} (coercitividad intrínseca) del Imán de Neodimio. Un ejemplo de la composición se lo mostró en la tabla anterior.

Fabricación de los imanes permanentes.

Hay dos vías principales para la manufactura de imanes de neodimio:

La metalurgia clásica de polvos, también llamada proceso de imanes sinterizados y la solidificación rápida, también llamada proceso de imanes ligados.

Los imanes de neodimio sinterizados se preparan fundiendo las materias primas en un horno, colando el material fundido en moldes y enfriándolo para formar lingotes. Luego se produce un polvo extremadamente fino a partir de estos lingotes. Este polvo es sometido más tarde a un proceso de sinterizado en fase líquida por medio del cual las partículas se alinean magnéticamente y se unen entre sí para formar bloques densos, los cuales son tratados térmicamente, cortados con la forma deseada, sometidos a un tratamiento superficial para prevenir la corrosión, y magnetizados. Actualmente se producen entre 45.000 y 50.000 toneladas de imanes de neodimio sinterizados cada año. La mayor parte en China y Japón. A partir de 2011, China produce más de 95% de los elementos de tierras raras, y produce 76% de los imanes de tierras raras del mundo. Por lo anterior es uno de los principales productores y exportadores de imanes de neodimio.

IMAGEN N° 1 IMANES DE NEODIMIO



Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Im%C3%A1n_de_neodimio
Elaborado por: Aguilar Rizzo Carlos Arturo

Los imanes de neodimio ligados se preparan a partir de una delgada cinta de aleación de Nd-Fe-B obtenida por medio de hilado por fusión. Esta cinta contiene granos de $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ de escala nanométrica (nanogranos) aleatoriamente orientados. La cinta se pulveriza para producir pequeñas partículas, que son mezcladas con un polímero y la mezcla resultante es luego moldeada por inyección para formar imanes. Los imanes ligados ofrecen un flujo magnético menor que el de los imanes sinterizados, pero presentan la ventaja de que pueden ser moldeados en formas muy intrincadas y debido a que no son conductores de la electricidad, no presentan pérdidas significativas debidas a la formación de corrientes de Foucault. Se producen aproximadamente unas 5.500 toneladas de imanes de neodimio ligados cada año.

Propiedades

Propiedades magnéticas

Para comparar imanes permanentes se utilizan algunas propiedades importantes tales como: la remanencia (M_r), que mide la fuerza del campo

magnético; la coercividad (H_{ci}), que mide la resistencia del material a ser desmagnetizado; el producto energético (BH_{max}), que mide la densidad de la energía magnética, y la temperatura de Curie (TC), que es la temperatura a la cual un material pierde su magnetismo. Los imanes de neodimio poseen la mayor remanencia, una muy alta coercividad y producto energético, pero en cambio presentan una 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 alea al neodimio con terbio y disprosio. La tabla que aparece a continuación compara el perfil de comportamiento de los imanes de neodimio con otros tipos de imanes permanentes. (http://es.wikipedia.org/wiki/Im%C3%A1n_de_neodimio)

TABLA Nº 2
PROPIEDADES MAGNÉTICAS DE LOS IMANES

Tipo de imán	Mr (T)	Hci (kA/m)	BHmax (kJ/m ³)	TC (°C)
Nd ₂ Fe ₁₄ B (sinterizado)	1,0–1,4	750–2000	200–440	310–400
Nd ₂ Fe ₁₄ B (ligado)	0,6–0,7	600–1200	60–100	310–400
SmCo ₅ (sinterizado)	0,8–1,1	600–2000	120–200	720
Sm(Co, Fe, Cu, Zr) ₇ (sinterizado)	0,9–1,15	450–1300	150–240	800
Alnico (sinterizado)	0,6–1,4	275	10–88	700–860
Sr-ferrita (sinterizado)	0,2–0,4	100–300	10–40	450

Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Im%C3%A1n_de_neodimio
Elaborado por: Aguilar Rizzo Carlos Arturo

Propiedades Mecánicas y Físicas

TABLA Nº 3
PROPIEDADES MECÀNICAS Y FÌSICAS

Propiedad	Valor
Remanencia (T)	1–1,3
Coercividad (MA/m)	0,875–1,99

Permeabilidad magnética	1,05
Coefficiente de remanencia/temperatura (%/K)	-0,12
Coefficiente de coercividad/temperatura (%/K)	-0,55..-0,65
Temperatura de Curie (°C)	320
Densidad (g/cm ³)	7,3-7,5
CET, sobre la dirección de magnetización (1/K)	5.2×10 ⁻⁶
CET, normal a la dirección de magnetización (1/K)	-0.8×10 ⁻⁶
Resistencia a la flexión (N/mm ²)	250
Resistencia a la compresión (N/mm ²)	1100
Resistencia a la tracción (N/mm ²)	75
Dureza Vickers (HV)	550-650
Resistividad (Ω-cm)	(110-170)×10 ⁻⁶

Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Im%C3%A1n_de_neodimio
 Elaborado por: Aguilar Rizzo Carlos Arturo

2.4 Determinación de la demanda

La demanda considerada estará determinada por quienes utilicen el sistema para ahorrar energía, el mismo que será denominado como mercado meta, que será dirigido al sector manufacturero del norte de Guayaquil. Se realiza un estudio de mercado para conocer la situación actual del problema de energía que se presenta a nivel local, enfocado al mercado meta.

Los datos estadísticos del último censo económico realizado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos “INEC”, así como los consultados en la Cámara de Comercio de Guayaquil, ayudarán a estratificar el mercado en establecimientos y la actividad económica a la que se dedican.

En Guayaquil existen 87206 negocios clasificados en tres distintas actividades: (INEC)

Actividades Productivas.- Son las que se dedican a la elaboración de productos mediante la utilización de materias primas.

Actividades de comercio.- Dedicadas a la venta de Alimentos, vestimenta, bebidas, tabacos, y así como también otras actividades de comercio.

Actividades de Servicio.- En este tipo de actividad económica se presenta una gran variedad tales como actividades de servicios móviles, de electrificación, de hoteles, restaurantes así como actividades de telecomunicación.

De acuerdo a la información consultada se determina que en la ciudad de Guayaquil se encuentran un total de 50083 establecimientos dedicados al comercio, 30132 establecimientos que se dedican a la actividad económica de servicios y así mismo existe un total de 6991 establecimientos dedicados a la manufactura (ver Anexo N° 2).

Una vez sectorizadas las distintas actividades económicas que se encuentran en la ciudad de Guayaquil, se estratificará también cual será la demanda neta, para lo cual se muestra la relación proporcionada por la Cámara de Comercio de Guayaquil, en donde se indican las zonas en las que se centra la mayor cantidad de actividad comercial y el porcentaje de la cantidad de establecimientos en los distintos sectores de la urbe.

Según los datos consultados el 43% de establecimientos están ubicados en la zona central de la ciudad, el 34% para el sector norte y el 23% de locales ubicados en la parte sur de la ciudad.

De lo anterior se puede deducir que el sector norte que es donde se ubica el mercado meta del presente proyecto, posee una actividad comercial de 29650 establecimientos, el sector sur 20058 y la zona central de la urbe un total de 37498 establecimientos económicos.

Para determinar la demanda actual se considerará el promedio de consumo de energía de la ciudad de Guayaquil el mismo que es de 5.150Gwh, por el número de establecimientos o empresas del sector manufacturero, esto es el 34% de locales, de los cuales el 8,02% corresponde al sector manufacturero o industrial del sector norte de la urbe, en donde estará ubicado el mercado meta. De lo anterior se deduce:

Demanda: consumo promedio de energía * empresas industriales en el norte.

Demanda: $1846.2\text{Gwh} (0.08) * (0.34)$

Demanda= $412\text{Gwh} * 0.34$

Demanda= 140Gwh

2.5 Análisis: antecedentes y determinación de la oferta actual.

En economía la oferta se define como la cantidad de bienes o servicios que los productores están dispuestos a ofrecer a un precio y cantidad dado en un momento determinado.

Actualmente se observa un desconocimiento sobre la aplicación de máquinas más pequeñas, con rotor de eje horizontal cuya forma de presentación se adapta a la urbe y proporciona un servicio individualizado, según la necesidad, especialmente en lugares en donde no llega la energía por medio de la red pública nacional y para quienes tengan la necesidad o deseen disminuir su dependencia a esta red local.

Ya que los generadores serán comercializados en la ciudad de Guayaquil, se investigó tanto en fuentes primarias como en fuentes secundarias y se llegó a la conclusión de que no existe en el país empresa alguna que se dedique a la producción de generadores eléctricos de imanes permanentes, mientras que en el extranjero si hay empresas que fabrican este tipo de generadores, por lo que los productos que se encuentran en el país son importados en su totalidad.

En el país se está dando preferencia a mega proyectos tales como: Coca Codo Sinclair, Minas San Francisco, Delsitanisagua, Manduriacu, Mazar Dudas, Toachi Pilatón, Quijos, Sopladora y Villonaco (ver Anexo N°1), son los 9 proyectos que permitirán generar energía renovable de la manera más eficiente y sustentable aprovechando la diversificación de las

fuentes de energía, la aplicación de tecnología limpia, la reducción de contaminación pero sobretodo con claros lineamientos de respeto a la naturaleza. (Ministerio de Electricidad y Energía Renovable)

Basándose en lo expuesto anteriormente, se puede concluir que la oferta de generadores eléctricos de imanes permanentes con mano de obra ecuatoriana no existe en el país, pero sí existen varios ofertantes extranjeros que se promocionan en internet como es el caso de Potencia, de la cual se dice que es pionera a nivel mundial en el diseño, ingeniería y fabricación de generadores de imanes permanentes, empezando con el diseño y fabricación de generadores eólicos de tracción directa de 5 kW y 28 polos en 1975, hace más de 30 años. Entre estas empresas que se anuncian por internet ofrecen una producción en generadores de 2GWh por semana. (<http://www.potenciaindustrial.com.mx/html/permanent-sp.html>)

Con los datos anteriores se deduce lo siguiente:

$$\text{Oferta} = 2\text{GWh/Semana} \times \frac{52 \text{ semanas}}{1 \text{ año}}$$

$$\text{Oferta} = 104\text{GWh/año}$$

La oferta actual representa el 74% de la demanda.

2.6 Determinación de la demanda potencial insatisfecha

La demanda potencial insatisfecha es la diferencia entre la demanda del producto por parte del consumidor final y la oferta de este por el proveedor, para determinarla es necesario que existan datos históricos en ambos casos.

Si la demanda del consumidor es mayor que la oferta del proveedor se obtiene una demanda que no ha sido satisfecha por este último, en caso contrario habrá una sobreoferta del producto.

En la actualidad no existen empresas en el país que se dediquen a la fabricación de generadores eléctricos de imanes permanentes, la referencia de la oferta actual que se tiene al respecto es la que se promueve por internet de empresas extranjeras que ofrecen hasta 10,4GWh, mientras que la demanda actual está determinada por el promedio de consumo de energía eléctrica de las empresas o establecimientos del mercado meta como ya se lo vio anteriormente, esto es 50,32GWh, la cual está siendo cubierta por la competencia indirecta (red eléctrica pública), por lo que la demanda insatisfecha quedaría:

Demanda Insatisfecha = Oferta – Demanda

DI= O-D

DI=104GWh-140GWh

DI= -36GWh

La Demanda insatisfecha equivale al 25,7% de la Demanda

2.7 Demanda futura

Una vez que se ha determinado la estratificación del mercado ya es posible cuantificar cual será la demanda que recibirán los generadores eléctricos de imanes permanentes, para su sustentabilidad y su proyectado uso en el mercado para el cual será dirigido, esto es las empresas del sector industrial del norte de la urbe.

En vista de la necesidad de obtener información primaria para obtener datos más veraces respecto al uso del producto en el mercado, se plantea el uso de la técnica de la encuesta, previo se realizará un muestreo que será dirigido al personal de las distintas empresas del sector estratificado o mercado meta, ya que de no realizar un muestreo sería muy tedioso recopilar íntegramente una información tan grande de datos.

La fórmula para poder determinar el tamaño de la muestra es la que se plantea a continuación:

$$n = M/[e^2 [M - 1] + 1]$$

Donde:

n= tamaño de la muestra

M: población o universo

e: error máximo admisible (7%)

Tomando en cuenta que la población se la determinará del total de empresas dedicadas a la manufactura en Guayaquil que son 6991 por el porcentaje de estas empresas que están ubicados en el sector norte lo cual vendrá a ser el mercado meta del presente trabajo de titulación esto es el 34%. Por lo que la población finalmente quedará como se detalla a continuación:

$$M = 6991 * 0.34$$

$$M = 2377$$

Reemplazando valores:

$$n = 2377/[0.07^2[2377 - 1] + 1] = 188$$

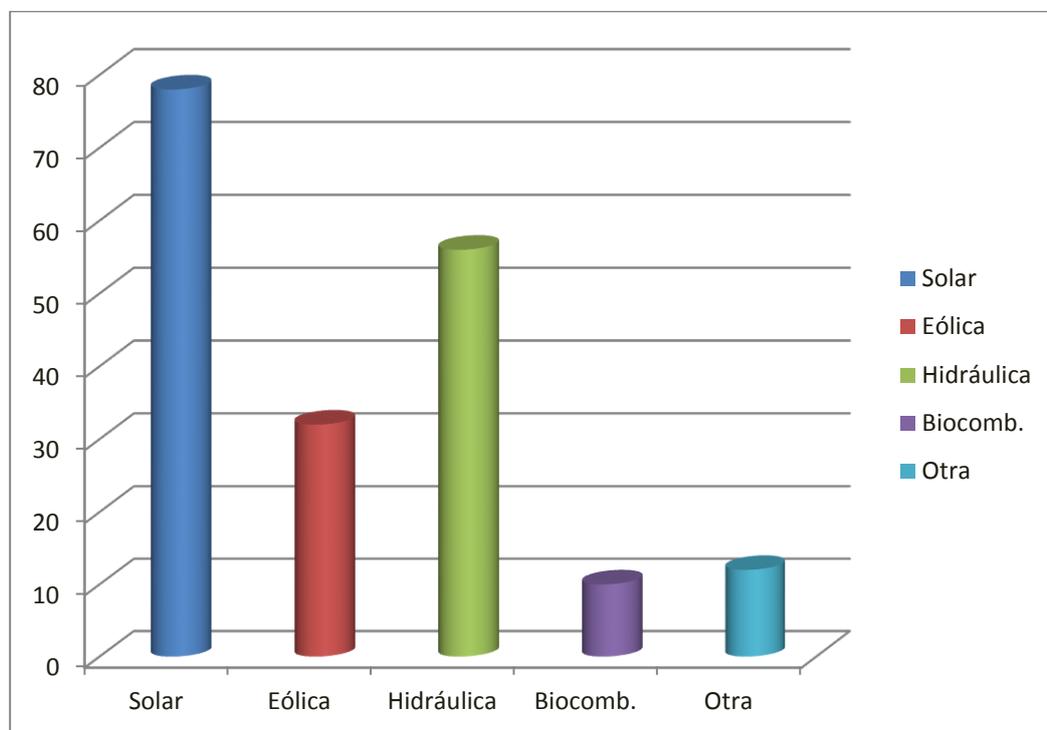
Las encuestas serán dirigidas a las empresas manufactureras del sector norte de la urbe, en vista de que es en este sector es en donde se encuentran ubicadas la mayor cantidad de empresas industriales lo cual ya se lo definió como mercado meta desde el inicio del estudio por ello es a este segmento de la población al que será dirigida la encuesta.

Los resultados de las encuestas son los siguientes:

Pregunta 1:

¿Qué tipo de sistema de Generación de Energías conoce?

GRÁFICO N° 14
SISTEMAS DE GENERACIÓN DE ENERGÍAS



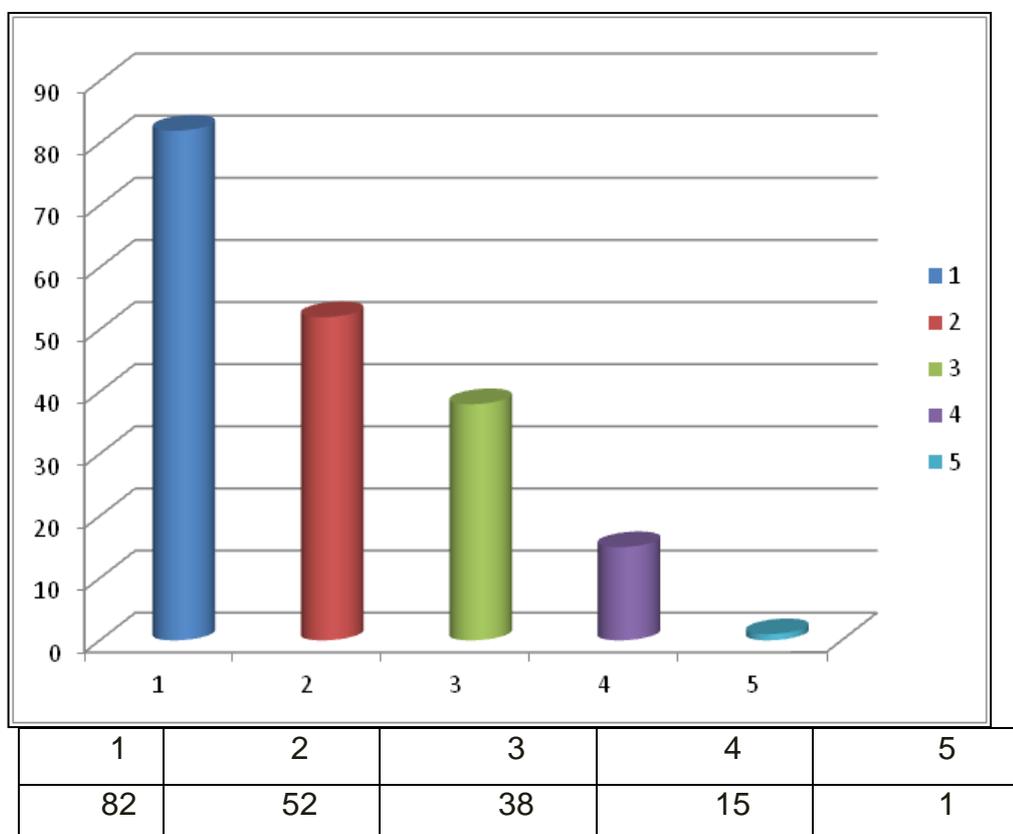
Solar	Eólica	Hidráulica	Biocombustibles	Otra
78	32	56	10	12

Fuente: Encuesta
Elaborado por: Carlos Aguilar R.

La pregunta número 1 se refiere al conocimiento que la gente tiene de los tipos de generación de energías renovables y el resultado fue que 78 de los 188 encuestados tiene conocimiento de energía solar, 56 personas saben o tienen referencia de la energía hidráulica, 32 personas conocen de la energía eólica, 10 personas se refirieron a la generada por biocombustibles y finalmente 12 mencionaron otro tipo de generación eléctrica.

Pregunta 2: ¿Qué grado de satisfacción tiene con su proveedor actual de energía eléctrica, en niveles que van en orden ascendente a partir de 1 que es insatisfecho a 5 que es muy satisfecho?

GRÁFICO N° 15
SATISFACCIÓN CON PROVEEDOR ACTUAL



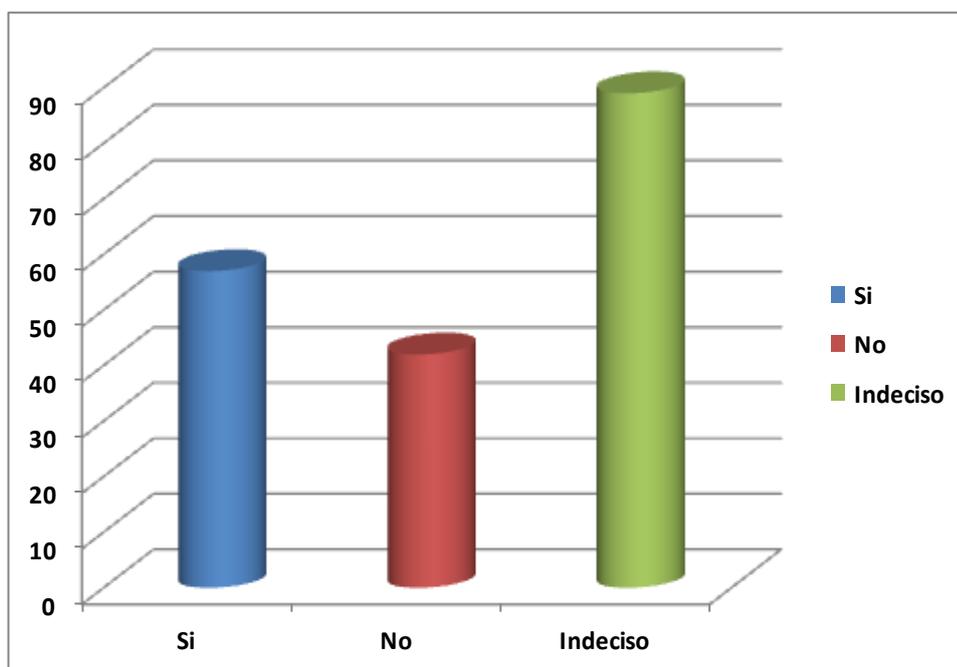
Fuente: Encuesta

Elaborado por: Aguilar Rizzo Carlos Arturo

En la pregunta número 2 referente a la satisfacción que tienen los encuestados con su proveedor actual, los resultados fueron los que se detallan a continuación: en el nivel 5 (supera mis expectativas) contestó 1 encuestado; en el nivel 4 (muy satisfactorio) contestaron 15 personas; en el nivel 3 (satisfactorio) se ubicaron 38 encuestados; en el nivel 2 (poco satisfactorio) están ubicadas 52 personas; y finalmente existen 82 personas insatisfechas que se encuentran en el nivel 1.

Pregunta 3: ¿Considerando la experiencia que tiene con su proveedor actual de energía, estaría dispuesto a cambiar de sistema de generación de energía eléctrica por uno que no contamine el medio ambiente?

GRÁFICO N° 16
DISPONIBILIDAD PARA CAMBIARSE DE SISTEMA DE
GENERACIÓN DE ENERGÍA



Si	No	Indeciso
57	42	89

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Aguilar Rizzo Carlos Arturo

De la encuesta anterior se deduce que existe un gran número de empresas que tienen desconfianza y se resisten a cambiar o no de sistema de generación eléctrica puesto que de 188 encuestados 89 expresaron su indecisión de cambio y tan sólo 57 de los 188 esto es el 30% de los encuestados está dispuesto a cambiar de sistema. Es este porcentaje de empresas que brindan la oportunidad de entrar en el mercado con un nuevo sistema de generación eléctrica.

En conclusión se puede determinar que si hay una apertura por parte del mercado para dar paso a otro tipo de generación eléctrica que sea renovable y que no contamine el medio ambiente aunque no en un gran porcentaje, bien sea por el desconocimiento o por la conformidad con el

actual sistema. El porcentaje de aceptación, esto es el 30%, es donde se aplicaría el presente proyecto. Con ello se puede determinar una demanda insatisfecha neta como sigue:

$$\text{Demanda Insatisfecha Neta} = \% \text{Aceptación} \times \text{Demanda Insat.}$$

$$\text{Demanda Insatisfecha Neta} = 30\%(36\text{GWh})$$

$$\text{Demanda Insatisfecha Neta} = 10.8 \text{ GWh}$$

2.8 Proyección estimada de la demanda actual.

Para calcular la proyección de la demanda se tomará como base el historial de consumo de energía eléctrica de los últimos cinco años en Guayaquil, el cual lo podemos observar en la tabla N°4.

Con los datos de la tabla podremos proyectar la demanda futura de generadores eléctricos por el método de Análisis de Registros Históricos, la cual consiste en analizar las demandas pasadas y hacer una proyección de las mismas según el porcentaje de incrementos.

TABLA N° 4
HISTORIAL DE CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN
GUAYAQUIL Y DEMANDA INSATISFECHA

Año	Consumo en GWh	Demanda Potencial en GWh	Demanda Insatisfecha (25,7% de la Demanda Potencial)	Demanda Insatisfecha Neta GWh
2010	4.381	119	31	9,2
2011	4.564	124	32	9,6
2012	4.754	129	33	10,0
2013	4.952	135	35	10,4
2014	5.150	140	36	10,8

Fuente: Eléctrica de Guayaquil
Elaborado por: Aguilar Rizzo Carlos Arturo

Según el cuadro anterior, los registros históricos denotan un aumento en promedio del 2.65% en la demanda, de modo que la proyección para el 2020 quedaría según se lo muestra en la siguiente tabla:

TABLA Nº 5
PROYECCIÓN DE LA DEMANDA POR INCREMENTO PORCENTUAL HISTÓRICO

AÑO	Demanda Insat. GWh	% de Incremento	Incremento	Proyección
2014	36			
2015		2,65%	0,95	36,95
2016		2,65%	0,98	37,93
2017		2,65%	1,01	38,94
2018		2,65%	1,03	39,97
2019		2,65%	1,06	41,03
2020		2,65%	1,09	42,12

Fuente: Elaboración propia

Elaborado por: Aguilar Rizzo Carlos Arturo

CAPÍTULO III

PROPUESTA

3.1 Estudio Técnico

3.1.1 Localización y ubicación

Para la localización de la planta se ha considerado realizarla en el cantón Guayaquil de la provincia del Guayas, debido a que esta urbe es en donde están ubicadas la mayor cantidad de empresas manufactureras y clientes potenciales para el proyecto, además de encontrarse aquí los proveedores de maquinaria y materia prima requerida para la fabricación del producto.

La planta estará ubicada en el parque industrial Inmaconsa a 300 metros de la vía perimetral a la altura del sector conocido como la entrada de la ocho, en un terreno de 400m²; con un valor de cada metro cuadrado de \$35,00.

Entre los factores que se consideraron para determinar la localización del proyecto están los que se detallan en la Tabla N° 4.

Determinación de la localización.- En el presente proyecto se aplicará el método de calificación por puntaje, con dos zonas de ubicación a escoger: Guayaquil y Durán. Cada factor considerado tiene un peso porcentual, la columna de calificaciones se llena con un puntaje de números que van de 0 para el menor y 10 para la mayor calificación; la ponderación es el resultado de multiplicar el peso en porcentaje por la calificación emitida a cada criterio considerado. El mayor resultado de la

suma de los valores de ponderación, es la zona de localización escogida, para el presente proyecto el resultado de la misma fue la ciudad de Guayaquil, tal y como se aprecia en la siguiente tabla:

TABLA N° 6
ANÁLISIS DE LA LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

CRITERIO	PESO	GUAYAQUIL		DURÁN	
		CALIF.	POND.	CALIF.	POND.
Materias Primas disponibles	30%	9	2,7	8	21,6
Cercanía de Mercados	20%	10	2	7	14
Costos de transporte	25%	8	2	9	18
Mano de obra disponible	25%	9	2,25	8	18
Total	100%		8,95		71,6

Fuente: Elaboración propia

Elaborado por: Aguilar Rizzo Carlos Arturo

3.1.2 Edificio y suministros

Edificio.- El edificio en donde se desarrollarán las actividades de la empresa tendrá un área de 293m² (14,65m X 20m), ocupando el área de planta 160m² (10m X 16m); 1,5m lineales de cada lado, no se construyen por disposiciones legales referentes a construcciones industriales (ver Anexo N° 8).

Agua.- El suministro de agua potable correrá a cargo de las empresas que suministran este servicio, en este caso por residir en la ciudad de Guayaquil, la empresa encargada de proveer este servicio básico es la empresa Interagua.

Electricidad.- Se utilizará suministro eléctrico de 220 voltios, también se emplearán instalaciones de 110 voltios para el alumbrado y los procesos que así lo requieran. Las conexiones serán de tipo monofásico y trifásico, ésta última se la implementará para reducir el consumo y por ende el costo de la energía eléctrica.

Teléfono e Internet.- La responsable de proveer estos dos servicios será la Corporación Nacional de Telecomunicaciones (CNT), y por investigación de campo se determinó que ésta es la empresa que mejor servicio brinda, tanto de telefonía fija como de internet. La empresa va a necesitar dos líneas telefónicas y conexión a internet.

3.1.3 Talento Humano

Las actividades a realizar, propias de las operaciones del presente proyecto tales como torneado, fresado, taladrado y soldadura, no representan mayores dificultades al momento del reclutamiento del talento humano, ya que en nuestro medio desde hace más de dos décadas las personas se vienen capacitando para este tipo de tareas básicas en la manufactura de una empresa metalmecánica, preferiblemente con estudios de Tecnología Industrial, Mecánica Industrial, Ingeniería Industrial o afines. El organigrama de la empresa se lo puede apreciar en el Anexo N°9.

3.1.4 Capacidad de producción

Se plantea el objetivo de fabricar 12 unidades diarias, en una jornada de 8 horas, trabajando cinco días a la semana por 52 semanas al año, lo que da un total de 3120 unidades al año, pero considerando los tiempos muertos de paradas de máquina por situaciones imprevistas tales como temblores, cortes de energía, temporadas de lluvias, paralizaciones por inestabilidad política, mano de obra ineficiente; se plantea una disminución de la eficiencia de producción del 15,6% por lo que la producción anual con la que se contempla este proyecto será de **2640 unidades o 0,87GWh** por su equivalente en generación eléctrica, tomando en cuenta que cada unidad genera 330W, **lo que representa apenas el 8,1% de la demanda insatisfecha neta (10,8GWh)**, tomando en cuenta que cada generador producirá 300Wh se desarrolla la siguiente tabla:

TABLA N° 7
CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN

Descripción	Unidades	Wh	GWh
Producción un.	1,00	330,00	0,0003
Producción diaria	10,00	3.300,00	0,0033
Producción Anual	2.640,00	871.200,00	0,8712

Fuente: Elaboración propia
Elaborado por: Aguilar Rizzo Carlos Arturo

En vista de que hay una gran diferencia entre la capacidad de producción que sería de 0,87GWh y la demanda insatisfecha neta que es de 10,8 GWh, se plantea un aumento gradual de la producción anual de 100 generadores por año, tal como se lo puede apreciar en la Tabla N° 31

3.2 Ingeniería y Proceso del Producto

En la construcción del generador se requiere contar con moldes y plantillas que faciliten el trabajo de construcción. En primer lugar, se realizará la definición de los principales componentes que conforman la máquina; luego, se describirá el procedimiento para la fabricación de moldes, plantillas, y los gráficos con las dimensiones del estator y rotor; posteriormente, se presentará la lista de materiales y de herramientas básicas a utilizar; finalmente, se explica el procedimiento de fabricación del generador en su conjunto y se los puede apreciar en el diagrama de análisis del proceso y el diagrama de operaciones (Anexos N°6 y N°7).

3.3 Características del Generador Eléctrico

Los generadores de flujo axial de imanes permanentes son compactos, tienen un buen rendimiento y no necesitan excitación externa. Esto hace que puedan ser usados como generadores de alta y baja velocidad. Tienen las ventajas de tener una densidad de potencia alta, y

al fabricarse de forma modular es muy fácil ampliarlos e integrarlos con otros componentes mecánicos, como turbinas o molinos de viento.

Se trata de un generador eléctrico de imanes permanentes de corriente alterna trifásica (AC) de bajo voltaje. La corriente es transformada a corriente continua (DC) mediante diodos rectificadores, con la finalidad de que la energía pueda ser almacenada en baterías. Los imanes permanentes se ubican sobre la superficie de los rotores, de tal forma que el flujo magnético pasa de un rotor a otro a través de las bobinas del estator mientras el eje del rotor gira. De esta forma, se induce una tensión eléctrica en los terminales de las bobinas. El hecho de usar imanes permanentes elimina las pérdidas en el devanado de excitación, que normalmente suelen representar entre el 20 y el 30 por ciento de las pérdidas de un generador.

Cabe indicar que dicha configuración permite el crecimiento modular de la máquina al añadir otro conjunto de estator bobinado y rotor con imanes.

En la fabricación se empleará materiales que se encuentran disponibles en el mercado local, tales como: acero, conductores eléctricos, resina, fibra, rodamientos. Por el momento, lo que no es muy accesible en el mercado son los imanes permanentes con las características requeridas, Bien sea por su alto costo o porque definitivamente no se encuentran en el mercado local. Para ello se tiene la alternativa de importarlo de países desarrollados que fabrican los imanes permanentes como es el caso de China.

Para hacer más factible la fabricación del generador se requiere contar con los siguientes elementos: planos y conocimientos en metal mecánica. En la fabricación, a su vez, se sigue un procedimiento simple, pero se requiere a su vez contar con todas las herramientas básicas.

3.4 Rotor

Este dispositivo conforma la parte externa del generador. Es fabricado en plancha de acero de 6 mm de espesor y construido en dos partes, que son rotor frontal y rotor posterior; asimismo, sobre la superficie de cada uno son adheridos los imanes permanentes por medio de una capa de resina. Cada rotor se apoya en un rodamiento, y es atravesado por un eje estático que forma parte del estator. El gráfico N° 13 muestra el generador semi ensamblado.

3.5 Estator

Es la parte interna del generador, de características geométricas tipo disco, fabricado con una mezcla de resina poliéster, fibra de vidrio y talco industrial. Alrededor van distribuidas las bobinas donde se arma el circuito eléctrico. En el centro del estator hay un eje hueco, por cuyo interior salen los cables eléctricos hacia el exterior, los cuales irán a la caja de diodos. Una vez terminada la construcción de las piezas, se realiza el armado del conjunto, ubicando al estator en el centro de los dos rotores. Para un cerrado hermético se coloca alrededor una platina de acero con soldadura, con lo que el generador queda totalmente sellado.

3.6 Moldes y Plantillas

En la construcción del generador se requiere preparar un molde, para el estator. Todo esto nos facilitará la construcción de más generadores cada vez que sea necesario.

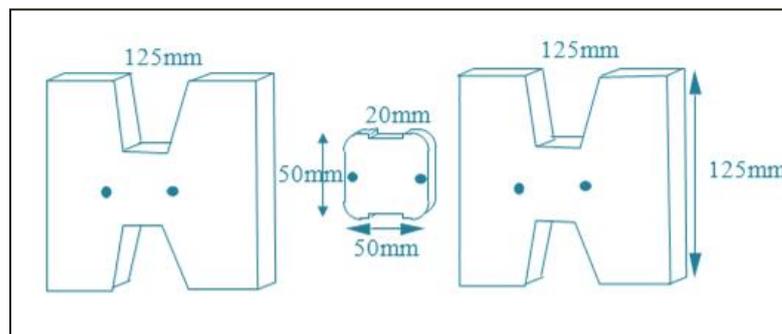
3.6.1 Construcción del dispositivo para la elaboración de las bobinas

Para dar forma geométrica a las bobinas, según el diseño que se ha determinado, se requiere de un dispositivo con la forma de las espiras, en este caso las espiras que conforman las bobinas son rectangulares de

110 x 60 mm. El dispositivo que se debe construir para ello estará conformado por cuatro piezas, dos tipo H de 125 x 125, una de forma cuadrada de 50 x 50 x 20 mm y una manivela que une todas las piezas.

Las dimensiones se muestran en el gráfico N° 17

GRÁFICO N° 17 DISPOSITIVO PARA CONSTRUIR LAS BOBINAS



Fuente: Soluciones Prácticas ITDG
Elaborado por: Aguilar Rizzo Carlos Arturo

3.6.1.1 Fabricación de la plantilla 01 para la distribución de los imanes

Para la colocación de los imanes en la superficie de los discos del rotor se requiere de una plantilla, la cual puede ser preparada de cartón grueso u otro material similar. Para ello se requiere un cuadrado de 335 x 335 mm. Para llevar esto a cabo son necesarios los siguientes materiales y útiles:

- Cartón grueso u otro similar de preferencia,
- Compás,
- Regla,
- Lápiz y tijera.

En nuestro caso, para su construcción, se han ejecutado los pasos que detallaremos a continuación:

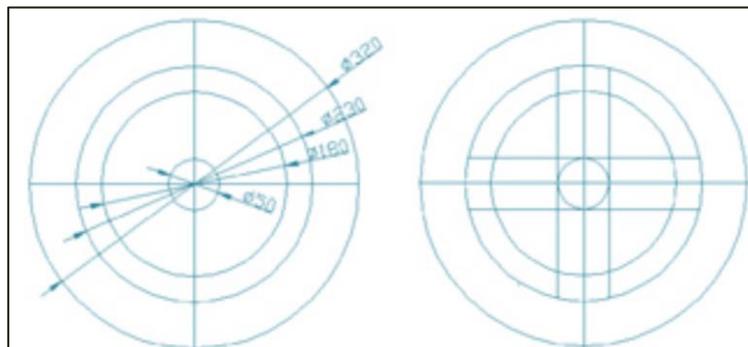
1er. Paso

Sobre la superficie del material elegido para la construcción de la plantilla, trazar los ejes coordenados aproximadamente en el centro; la intersección deberá ser el centro de las circunferencias, desde donde se debe marcar –con un compás– cuatro círculos con los siguientes diámetros (ver gráfico N° 18):

2do. Paso

La circunferencia de 50 mm representa el ancho del imán que se usa para este caso específico. Por esta circunferencia, trazar las tangentes verticales y horizontales (ver gráfico N° 18).

GRÁFICO N° 18 TRAZOS Y TANGENTES DE CIRCUNFERENCIAS



Fuente: Soluciones Prácticas ITDG
Elaborado por: Aguilar Rizzo Carlos Arturo

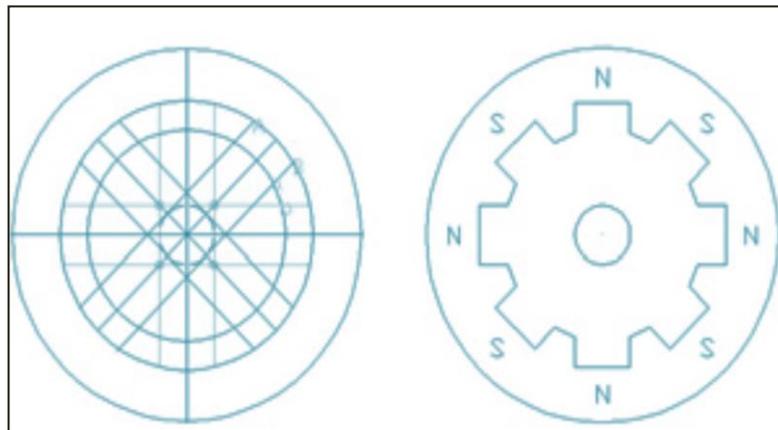
3er. Paso

Como resultado del 2do. paso tenemos un cuadro de 50 x 50 mm marcado con puntos. En este cuadrado, debemos trazar las diagonales hasta la circunferencia de 230 mm de diámetro y, luego, trazar las tangentes diagonales a la circunferencia de 50 mm con mucha precisión. (ver gráfico N° 19).

4to. Paso

En este paso, trazamos una línea que une los puntos A y B, a y b, para todas las tangentes, para luego cortar el cartón en todos estos puntos y tener la plantilla (ver gráfico N° 19).

GRÁFICO N° 19 TRAZO DE DIAGONALES DE CIRCUNFERENCIA



Fuente: Soluciones Prácticas ITDG
Elaborado por: Aguilar Rizzo Carlos Arturo

3.7 Materiales para la construcción del generador

Para la fabricación de un generador se requiere de diferentes materiales, cuya compra se puede realizar tanto en el mercado local como en el mercado internacional ya que en la actualidad en nuestro medio (en el mercado guayaquileño) podemos encontrar la gran mayoría de los materiales a utilizar, con ellos se debe hacer las dimensiones especificadas en los gráficos, aunque resulta más económico conseguir piezas completas y estándares; por ejemplo, se puede comprar un plancha completa de acero, con dimensiones 2 400 x 1 200 x 6 mm, y usar lo necesario y, de igual manera, proceder así en la compra de los demás materiales, esto debe estar en concordancia con el número de equipos que se vaya a fabricar, tanto como del uso que se puede hacer

en fabricar otro tipo de piezas, pudiendo de esta forma disminuir sus costos de fabricación.

3.7.1 Lista de materiales y herramientas para la construcción del generador

A continuación, presentamos los materiales necesarios utilizados para la fabricación del generador:

- a. Plancha de acero de 6 mm de espesor,
- b. Eje hueco,
- c. Desmoldante, alcohol etílico.
- d. Resina poliéster,
- e. Disolvente,
- f. Catalizador,
- g. Acelerador,
- h. Talco industrial,
- i. Cable de cobre esmaltado (para los empalmes con las bobinas),
- j. Cable de cobre (para la fabricación de las bobinas),
- k. Dos rodamientos,
- l. Dos cintas de aluminio, y
- m. Soldadura.

3.7.2 Mercado proveedor de materias primas y materiales

En el mercado local se investigó en negocios comerciales dedicados al suministro de materiales que se utilizan para la elaboración de generadores eléctricos de imanes permanentes, y se observó que se encuentran distribuidos principalmente en el centro de la urbe, venden al por mayor y menor. Muchos de ellos se anuncian por internet para la venta de imanes de Neodimio como el caso de Dailymag Magnetic Technology empresa china con la que se pudo realizar una negociación de compra de imanes de neodimio (ver Anexo N° 3) a un bajo costo y con el

sistema de entrega a domicilio por cobrar, adicionalmente se necesitará láminas de hierro, fibra de vidrio y variedad de trabajos realizados con la misma, rodamientos, cables eléctricos, entre otros.

A continuación se citan algunos de los principales distribuidores de materiales y materias primas para la fabricación de los generadores, los cuales están ubicados en la ciudad de Guayaquil:

Megahierro.- Vende platinas, láminas de hierro y todo lo referente, sus centros distribuidores en: Alborada VII etapa, Mz 803, villa 1; teléfono: 2645326; Av. Quito 2212, teléfono: 2451465; Mapasingue Este Av. 2da. Teléfono: 2003882

Electrocables C.A.- Fabrica y vende cables eléctricos, alambres esmaltados para rebobinado en todos los calibres, tiene la fábrica en el Km. 11½ vía a Daule, teléfono: 2103441

Fundación Hanuman.- Vende imanes de neodimio y cerámica, en toda medida, a nivel nacional, se localiza en la Alborada 12ava. Etapa, Mz. 2 villa 19 (Av. Fco. De Orellana y Benjamín Carrión).

Tienda Química Pichincha.- Vende fibras de vidrio, resinas, secantes, catalizador, estireno, colorantes, líquidos y sólidos, su dirección es Av. Quito 2227 y Febres Cordero. Teléfono: 2451452. Correo electrónico: tiendaquimicapichincha@hotmail.com.

Aguilar Franklin – Comrefisa.- Vende resina, fibra de vidrio, solventes, poliuretano; está ubicada Riobamba 702 y Quisquis. Telefax: 2566259 – 2312538

Casa del Ruliman.- Vende todo tipo de rulimanes, retenedores, chumaceras, grasas, lubricantes, componentes de transmisión de potencia, su dirección es Machala 1101 y Vélez. PBX: 04-252652.

3.7.3 Lista de equipos básicos necesarios para la construcción del generador:

- a. Máquina de soldar,
- b. Máquina de oxicorte,
- c. Taladro de pie,
- d. Taladro de mano,
- e. Brocas N° ¼" a ½",
- f. Desarmadores,
- g. Mordazas,
- h. Moldes y
- i. Plantillas.

3.8 Fabricación del generador eléctrico

Siendo la fabricación del generador una de las partes más complicadas, y que requiere de herramientas más especializadas, se puede aprovechar las capacidades de algún taller local.

Lo necesario para la fabricación es contar con el conocimiento y dominio en el manejo de los equipos y herramientas de un taller básico, así como contar con los moldes, planos y plantillas.

Algunas piezas, como el eje hueco y los asientos (masa cilíndrica) para los rodamientos requieren ser maquinados con una mayor precisión, para lo cual se requiere de un torno. Estas piezas pueden enviarse a preparar a talleres más grandes, que cuenten con este tipo de equipos.

Una vez preparados los diferentes componentes, el paso final es armar el rotor y el estator, para lo cual se requiere preparar una mezcla de resina con talco industrial. Se debe contar con las siguientes piezas principales (las dimensiones precisas se irán especificando en la presentación sucesiva de gráficos):

- a. Dos discos para el rotor,
- b. Dieciséis imanes,
- c. Seis bobinas,
- d. Un eje hueco y
- e. Material compuesto (resina, fibra de vidrio).

3.8.1 Proceso de fabricación del rotor

En esta parte se detalla los pasos que se deben seguir para la construcción del rotor.

El trabajo empieza por cortar la plancha de acero y sacar dos discos de igual diámetro. Luego, se debe hacer un segundo corte a uno de ellos, para tener un disco de menor diámetro y un anillo que también se utilizará para la fijación de las palas al generador.

Como se ha mencionado, este proceso requiere de ciertas herramientas específicas, así como de las capacidades para utilizarlas. Como recomendación basada en la experiencia, para el corte de la plancha de acero es preferible usar un equipo de oxicorte; para mayores comodidades, se debe utilizar un compás de metal, colocar la punta en el centro de la circunferencia y desde este punto regular el soplete con el radio requerido. El compás ayuda a maniobrar el soplete, pues permite girar alrededor de la marca de la circunferencia, con lo que se logra un corte uniforme y preciso. El procedimiento a seguir se lo explica a continuación.

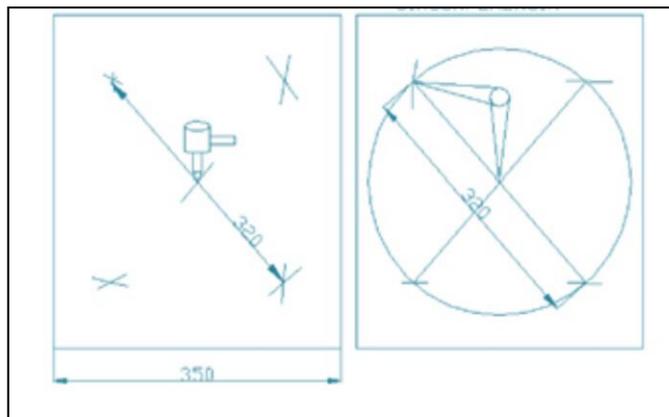
Disco frontal

- En la superficie de la plancha de acero, medir con regla o güincha, un diámetro de 320 mm, y poner las señales o marcas correspondientes en más de dos puntos; en el centro, hacer una marca golpeando con un punzón (ver gráfico N° 20).

- Empleando un compás de metal, hacer sobre la superficie de la plancha el trazado o marca de la circunferencia. Esta marca sirve como guía al momento de realizar el corte (ver gráfico 20).

- Abrir las válvulas del balón de oxígeno y gas; luego, encender el soplete y ajustar la llama. Fijar el apoyo del mango en el centro de la circunferencia, y regular el soplete de acuerdo con el radio. Por último, proceder al corte.

GRÁFICO N° 20
MARCAS PARA HACER EL CORTE Y OBTENER LOS DOS
DISCOS DEL ROTOR



Fuente: Soluciones Prácticas ITDG
Elaborado por: Aguilar Rizzo Carlos Arturo

Disco posterior

Siguiendo los pasos explicados para el corte del disco frontal, cortar otro disco del mismo diámetro.

Considerando el mismo centro, marcar una circunferencia de diámetro de 270 mm y realizar el corte tal como se ha explicado anteriormente.

Como resultado de este proceso obtenemos tres piezas:

- Un disco con diámetro de 320 mm,
- Un disco con diámetro de 270 mm, y
- Un anillo con diámetro interno de 270 mm y diámetro externo de 320 mm.

Nota: Después del proceso de corte, se debe limar o esmerilar los bordes de cada una de las piezas cortadas.

Este procedimiento tiene por finalidad sacar la escoria o partículas que quedan después del corte.

Así, por los bordes, se debería poder manipular la pieza con la seguridad de no generar accidentes o cortaduras de piel.

Preparación del asiento para los rodamientos

En cada disco se ubica un rodamiento, para lo cual se prepara una masa cilíndrica que debe ir unida por soldaduras en el centro de cada disco (foto N° 05 y gráfico N° 14) después del maquinado; se le debe dar, asimismo, las dimensiones respectivas.

En nuestro caso, la masa cilíndrica tiene 13 mm de altura y 80 mm de diámetro.

- Una vez cortada la masa cilíndrica, se debe soldar en el centro de cada disco.
- Para lograr una mejor precisión en la fijación, primero se debe hacer una circunferencia empleando un compás, con el diámetro de la masa cilíndrica de 80 mm, tomando siempre como referencia el centro del disco.
- Posteriormente, a la masa cilíndrica debe hacerse un agujero con diámetro de 52 mm y profundidad de 15 mm, que son las dimensiones del rodamiento, el cual debe introducirse a presión. Para realizar este

trabajo, se debe emplear un torno, y muchísima precisión (ver imagen N° 2).

IMAGEN N° 2

DISCO LISTO PARA COLOCAR RODAMIENTO EN ASIENTO



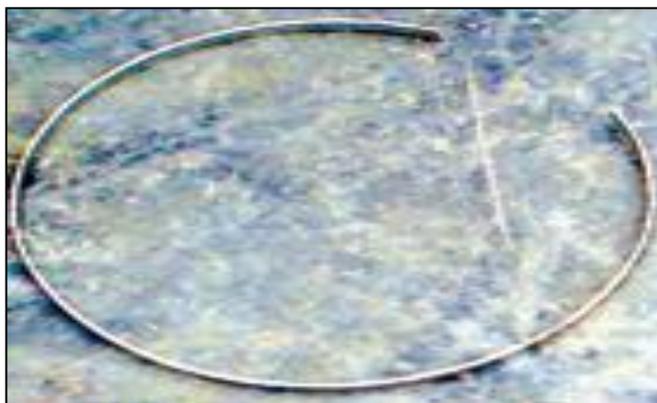
Fuente: Soluciones Prácticas ITDG
Elaborado por: Aguilar Rizzo Carlos Arturo

3.8.1.1 Cintas de aluminio

Para evitar el derrame de la resina durante la fabricación del rotor, hay que preparar dos cintas de material de aluminio con diámetro de 230 mm, ancho de 8mm, y espesor de 3mm. La cinta debe colocarse alrededor de los discos.

IMAGEN N° 3

CINTA DE ALUMINIO PARA EVITAR DERRAME DE RESINA



Fuente: Soluciones Prácticas ITDG
Elaborado por: Aguilar Rizzo Carlos Arturo

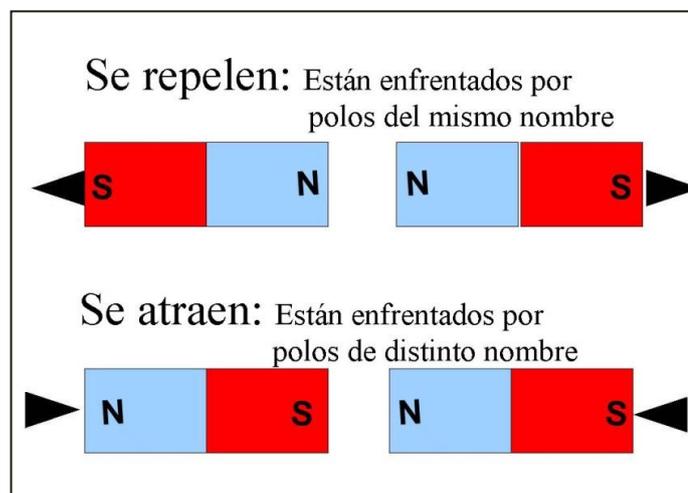
3.8.1.2 Colocación de los bloques de imanes sobre la superficie de los discos

Los imanes almacenan una gran cantidad de campo magnético, por lo que se debe tener cuidado en su manipulación, pues tienen una fuerza de atracción frente a otros materiales ferro magnéticos o imanes de polo opuesto, que pueden sorprenderlo y causarle algún accidente en los dedos.

Asimismo, no debe poner dos bloques de imanes de polos opuestos cerca, o frente a frente, ya que con seguridad la fuerza de atracción será difícil de controlar y no podrá evitar que colisionen y se rompan. Los bloques de imanes pueden ser de varias formas geométricas, tales como rectangulares, cuadrados, trapezoidales, circulares, etc. Para la construcción de este generador empleamos imanes cuadrados de neodimio.

Como se puede observar en el gráfico 21, cada bloque de imán tiene una cara polo norte "N" (positiva) y otra polo sur "S" (negativa).

GRÁFICO N° 21
FUERZA QUE PRODUCEN LOS IMANES SEGÚN UBICACIÓN



Fuente: Soluciones Prácticas ITDG
Elaborado por: Aguilar Rizzo Carlos Arturo

Conocemos también que los imanes del mismo polo se repelen y que los de polos diferentes se atraen. Sobre las caras de los bloques no hay ninguna señal o marca que indique qué polo es, por lo que para determinar el polo es necesario acercar con mucho cuidado dos bloques, donde el que atraiga al otro será polo norte, y el que tiende a acercarse será polo sur.

3.8.1.2.1 Procedimiento

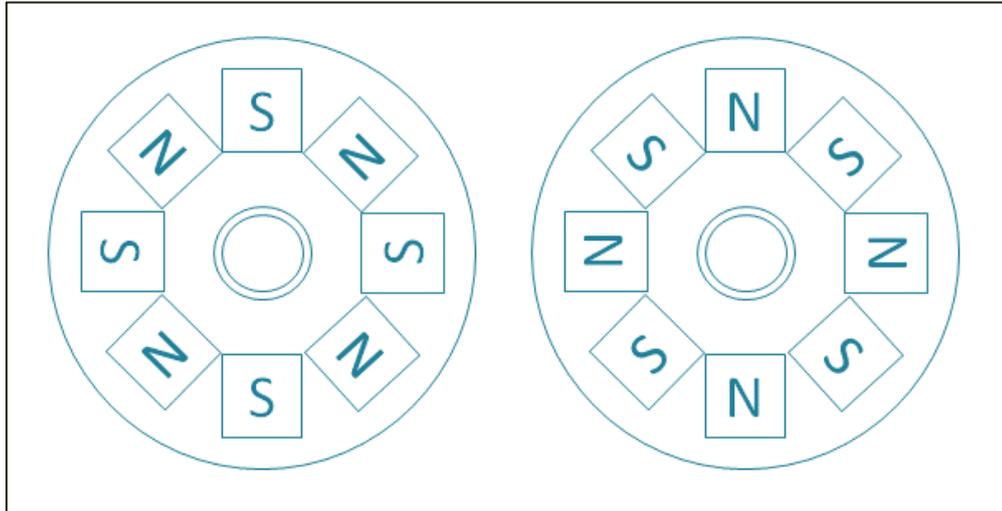
Para la colocación de los bloques de imanes sobre la superficie del disco, primero hay que limpiarla con alcohol, pues no debe haber ningún tipo de suciedad y/o grasa sobre ella.

Para colocar los imanes se debe usar la plantilla N° 01. Los imanes deben alternarse de la forma N-S-N-S... (polo norte, polo sur, polo norte, polo sur...), para lo cual se deben seguir las letras de la plantilla. Para conocer la polaridad del imán en forma práctica podemos acercar un bloque de imán sobre la superficie del disco y, si hay atracción, esta cara será positiva (polo norte), por lo que esta será la cara superior en el disco. Para conocer la polaridad del siguiente bloque, hay que coger otro imán y acercarlo al primero ya colocado; si se rechazan estas caras, entonces son positivas.

Si ello ocurre, habrá que darle la vuelta al bloque y acercarlo nuevamente; con seguridad, habrá una fuerza de atracción (con lo que esta cara será polo sur, que debe ir en la parte superior). Cada vez que coloque un bloque habrá que acercarlo al anterior y conocer así su polaridad. Hay que realizar este procedimiento para el siguiente bloque, y de esta manera en lo sucesivo.

El procedimiento se repite para la colocación de los imanes en los dos discos por lo que se debe de comenzar nuevamente desde el inicio para el segundo disco.

GRÁFICO N° 22 UBICACIÓN CORRECTA DE LOS IMANES



Fuente: Soluciones Prácticas ITDG
Elaborado por: Aguilar Rizzo Carlos Arturo

Para tener una mayor seguridad en la colocación de los bloques de imanes, se debe emplear un orden alternado. Una vez terminada esta etapa para verificación, se debe coger un bloque de imanes y acercarlo a cada uno de los otros, en cuyo proceso debe cumplirse que el mismo es atraído, luego rechazado, luego atraído, luego rechazado, y así en lo sucesivo. Si esto no ocurre en algún bloque, entonces habrá que hacer la corrección pertinente (ver gráfico N° 22).

3.8.1.2.2 Fijado de imanes con resina y preparación del compuesto

Terminada la ubicación de los imanes sobre la superficie en los discos hay que colocar una capa de mezcla de resina y talco industrial para fijarlos.

Para la preparación de la resina, se debe tener cierta precaución. Si no se tiene experiencia en la manipulación de resina y aditivos, se debe ser cuidadoso al momento de añadir el peróxido MEK, pues un excedente

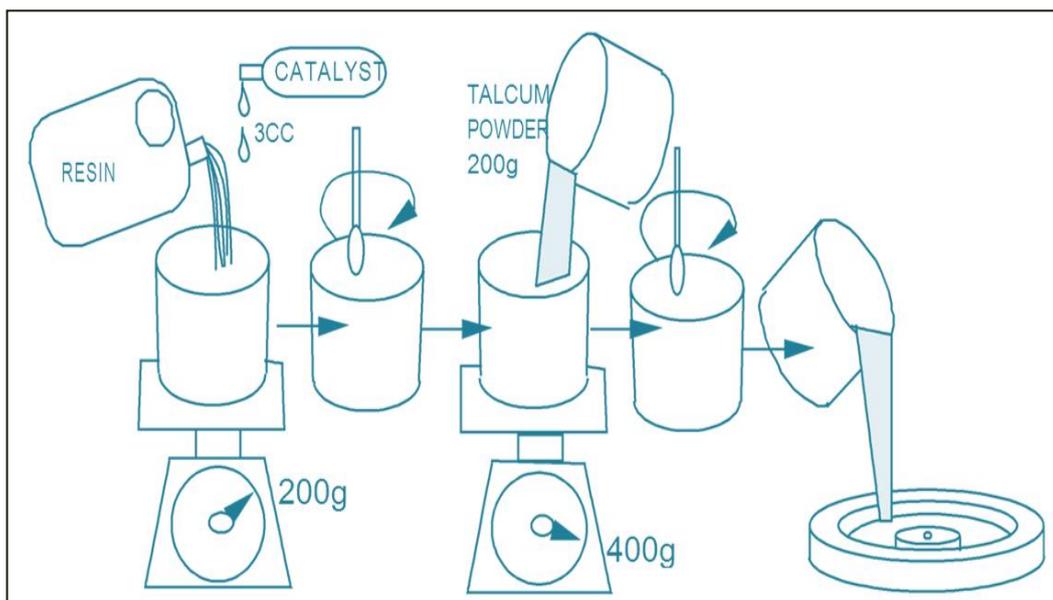
generaría que la mezcla se solidifique rápidamente y, con ello, el vaciado o llenado de los rotores no pueda terminarse. Los materiales necesarios para llevar esto a cabo son:

- a. 500 gr de resina poliéster;
- b. 300 gr de talco industrial;
- c. Disolvente monoestireno 15%;
- d. Acelerador (naftenato de cobalto) 3%;
- e. 20 gotas de catalizador (endurecedor), peróxido de metil-etil-cetona,
- f. Depósito de plástico;
- g. Agitador (puede usarse una paleta o un pedazo de madera).

3.8.1.2.3 Preparación

Poner 500 gr de resina en el depósito, agregar 15% de disolvente y mezclar completamente; luego, agregar el cobalto y 300 gr de talco industrial; mezclar todo. No colocar el MEK, (Ver gráfico N° 23).

GRÁFICO N° 23 PROCEDIMIENTO PARA LA MEZCLA DE LA RESINA



Fuente: Soluciones Prácticas ITDG
Elaborado por: Aguilar Rizzo Carlos Arturo

Antes de colocar el MEK, los discos deben estar colocados sobre una superficie totalmente plana y alrededor debe haberseles colocado una cinta de aluminio que evite que el material se derrame por los costados.

La parte superior de la cinta sirve como tope, y es hasta donde deben llenarse los discos.

Una vez realizado esto, se tiene todo listo para agregar la resina o mezcla. Como último paso, entonces, agregamos las gotas de MEK, removemos y vertemos sobre los discos.

3.8.2 Proceso de fabricación del Estator

Para la fabricación del estator, primero hay que hacer seis bobinas usando el dispositivo descrito en el punto 1.7. Luego ubicar estas bobinas en el molde del estator especificado en el punto 1.6 y, finalmente, se verterá la resina, con lo que se obtiene un disco sólido.

A continuación, detallamos los pasos para su realización.

3.8.2.1 Preparación de las bobinas

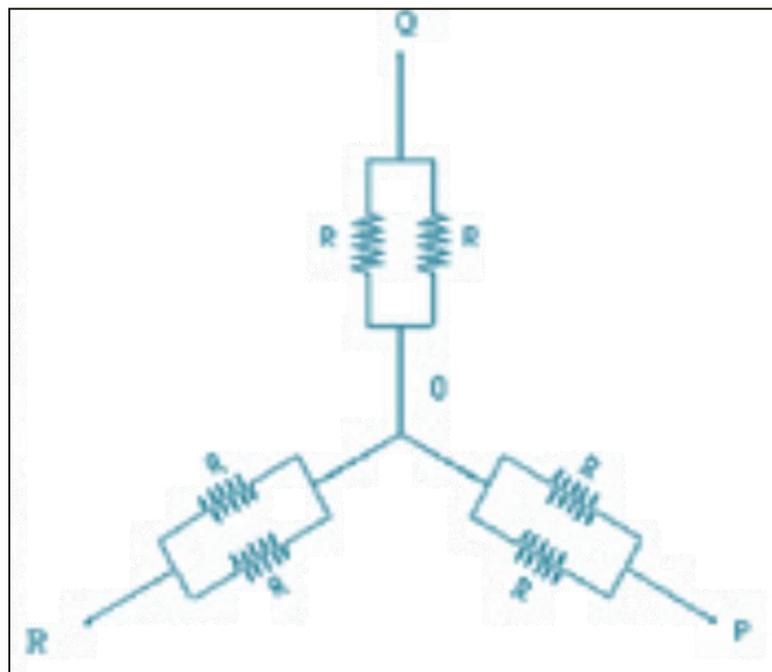
Las bobinas se preparan con cable de cobre esmaltado de un calibre adecuado, considerando el amperaje a trabajar. En este caso N° 18 AWG.

Usando el dispositivo señalado, preparamos seis bobinas de 100 espiras cada una, lo cual significa que habrá que dar cien vueltas al dispositivo.

Cada bobina tiene una punta de inicio y una punta al final; estas puntas deben quedar libres por al menos 10 cm para hacer las conexiones (empalmes) necesarios.

Terminadas las bobinas, sacar del dispositivo y colocar cinta de papel en los cuatro lados de cada bobina, para asegurar que las espiras permanezcan agrupadas; también se deben enumerar las bobinas del uno al seis, con la finalidad de armar el circuito eléctrico, que es doble estrella (ver gráfico N° 24).

GRÁFICO N° 24 REPRESENTACIÓN DEL CIRCUITO ELÉCTRICO

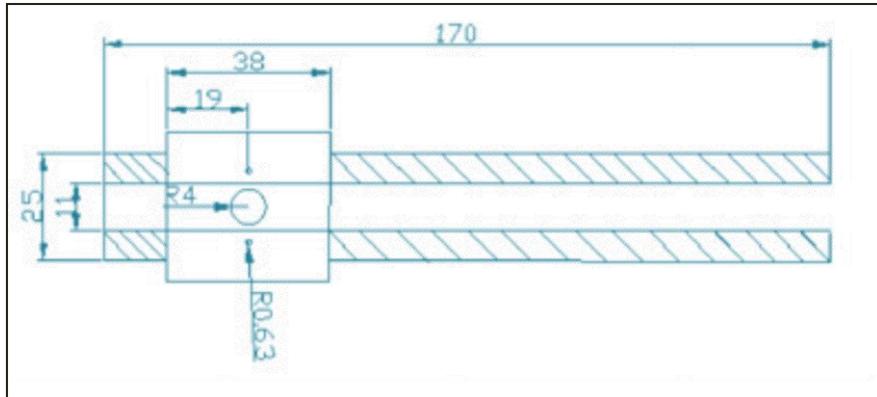


Fuente: Soluciones Prácticas ITDG
Elaborado por: Aguilar Rizzo Carlos Arturo

3.8.2.2 Eje hueco

Las dimensiones que hemos utilizado en nuestro generador aparecen en el gráfico 25, el eje hueco tiene en la parte más gruesa un agujero de mayor tamaño (8 mm), que es por donde salen los cables que se unen a los otros cables de las bobinas, para la unión o empalme primero sacar la capa de esmalte o de aislamiento de los tres alambres y enseguida unir las bobinas para lo cual se debe usar estaño.

GRÁFICO N° 25 MEDIDAS DEL EJE HUECO



Fuente: Soluciones Prácticas ITDG
Elaborado por: Aguilar Rizzo Carlos Arturo

3.8.2.3 Armado del estator

1. Para armar un estator se empieza limpiando el molde; si es nuevo y es la primera vez que se va usar, entonces será necesaria la aplicación de desmoldante hasta en seis veces seguidas. En cada aplicación debe esperarse un tiempo prudencial hasta secar, luego deberá colocarse, sucesivamente y siguiendo el mismo procedimiento, las otras aplicaciones. La finalidad del empleo del desmoldante es evitar que la pieza a construir se adhiera al molde, y se malogre al momento de sacarla.
2. Después de haber empleado el molde en la construcción de cinco a seis veces, la aplicación de desmoldante al mismo será de dos a tres veces.
3. Por los dos agujeros de menor diámetro hechos en el eje se atraviesa un pedazo de varilla de acero. Cuando se vierte la resina, la varilla debe quedar en el centro del estator, lo cual asegura que el eje quede totalmente fijo y que por ninguna forma gire durante el funcionamiento (eje estático).

4. Colocar el eje en el centro del molde; enseguida, colocar las seis bobinas alrededor del molde de tal manera que las esquinas inferiores de cada una choquen o se aproximen lo máximo posible una a la otra. Utilizando una cuchilla, raspar aproximadamente 1 cm en todas las puntas de las bobinas, con la finalidad de retirar el aislamiento, para poder hacer la unión con los cables.

Para la forma de conexiones del bobinado debe hacerse según el voltaje fijado en el diseño, puede ser un voltaje de salida de 12 V ó 24 V, la configuración de conexión puede ser de tipo estrella o triángulo según lo previsto en el diseño del circuito eléctrico del bobinado, en muchos casos se hace una conmutación para pasar de un tipo de conexión a otra y así obtener el voltaje deseado, esto debido a que el aerogenerador está mayormente trabajando en régimen variable. Para este caso específico hacemos una conexión tipo estrella, para lo cual se deberá seguir el siguiente procedimiento.

- Juntar todos los cables de inicio de cada bobina y unirlos con soldadura de estaño. Este punto o terminal será la línea neutra del generador punto "O" del gráfico N° 24.
- Unir el alambre final de la bobina 1 con el alambre final de la bobina 4. A este punto habrá que unir el cable de color rojo que sale al exterior.
- Unir el alambre final de la bobina 2 con el alambre final de la bobina 5. Por último, unir ambos con el cable de color azul que sale al exterior.
- Unir el alambre final de la bobina 3 con el alambre final de la bobina 6 y, luego, unirlos con el cable de color negro que sale al exterior.

En resumen:

- a) Unir todos los inicios de las bobinas.
- b) Unir los finales de las bobinas 1-4, 2-5, 3-6.

En cada unión o empalme debe ponerse cinta aislante como seguridad para evitar posibles cortos circuitos en estas uniones. Una vez concluido este trabajo, se deben ordenar los cables: la línea neutra quedará en el interior del estator cuando se haga el vaciado de la resina.

IMAGEN N° 4

UBICACIÓN DE LAS BOBINAS



Fuente: Soluciones Prácticas ITDG
Elaborado por: Aguilar Rizzo Carlos Arturo

3.8.2.4 Llenado de la resina

Para terminar la construcción del estator hay que llenar el molde con una mezcla de resina y talco industrial. Para su preparación, se debe seguir el mismo procedimiento realizado para el caso de los rotores.

Las cantidades utilizadas fueron:

- a. 600 gr de resina,
- b. 400 gr de talco industrial,
- c. Disolvente 15% cc,
- d. Cobalto 3% cc, y 20 gotas de MEK.

Una vez preparada la resina, deberá agregarse hasta la mitad del molde. Luego, con un desarmador, levantar ligeramente los bordes de cada bobina, con la finalidad de que la resina ingrese por debajo de las bobinas y se forme así una capa uniforme en la base del molde.

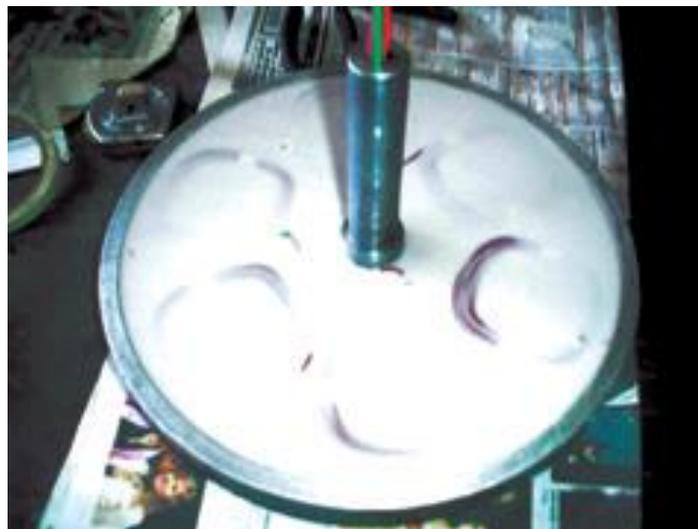
Continúe agregando resina hasta terminar de llenar; observe que este llenado quede a la altura del molde.

Enseguida, colocar la otra parte del molde y, por los agujeros, continúe agregando la resina hasta un llenado completo. Por último, colocar alrededor del molde tres prensas para amordazar.

Una vez concluido el proceso anterior, dejar secar para solidificar, por un aproximado de 12 horas o más, lo cual depende de la temperatura del ambiente, para después sacar los moldes y tener el estator terminado. Si por algún motivo hay alguna parte que está mal llenada, ésta se deberá resanar, para lo cual podemos preparar una porción de resina y colocarla con una espátula (ver imagen N° 5).

IMAGEN N° 5

BOBINAS CUBIERTAS POR LA RESINA



Fuente: Soluciones Prácticas ITDG
Elaborado por: Aguilar Rizzo Carlos Arturo

3.8.3 Ensamble del Generador

El procedimiento seguido para el ensamble del generador es el siguiente:

- Colocar los rodamientos en cada asiento de los discos del rotor.
- Colocar el disco de mayor tamaño en el piso y enseguida colocar el estator (ver imagen N° 6).
- Levantar con las dos manos el disco de menor tamaño y acercarlo al otro. Los imanes de los dos discos deben quedar en posición de polos opuestos: polo norte frontal al polo sur (ver gráfico N° 22). Para lograr esto se debe hacer un giro al disco que tenemos en las manos; si se ha posicionado correctamente, se presentará una fuerza de atracción.
- Para cerrar completamente el generador, colocar una platina de acero alrededor, uniéndolo por medio de una soldadura.
- Una vez concluido el proceso de armar el generador, se procede al pintado. La pintura en cuestión debe tener características acordes con la zona donde se va instalar el sistema, para evitar corrosiones.
-

IMAGEN N° 6
ENSAMBLE DEL GENERADOR



Fuente: Soluciones Prácticas ITDG
Elaborado por: Aguilar Rizzo Carlos Arturo

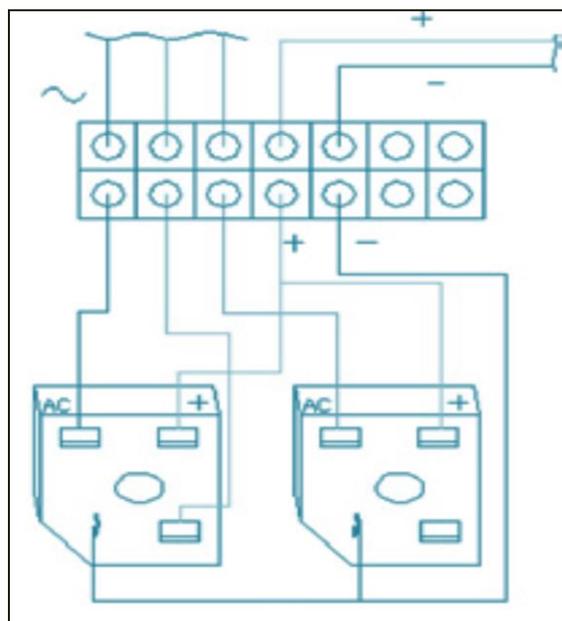
3.9 Conversión de AC a CC, y curva de comportamiento.

El generador eléctrico trabaja con una turbina eólica que, para un mejor aprovechamiento de la energía generada, se debe acumular en baterías, para lo cual se debe transformar la corriente alterna generada a corriente continua por medio de un sistema rectificador, para este fin usamos un puente de diodos.

El gráfico N° 26 muestra una forma simple, sin embargo hay que tener en cuenta la calidad de onda de salida.

Para proteger la batería de sobrecargas excesivas y descargas no recomendadas, que de ocurrir, acortan la vida útil de la batería, se recomienda colocar un controlador electrónico para su protección, por lo que el sistema de rectificación debe ser lo mejor. Hay varias formas de lograrlo y cada una tiene un costo.

GRÁFICO N° 26 CONEXIÓN A LOS DIODOS RECTIFICADORES



Fuente: Soluciones Prácticas ITDG
Elaborado por: Aguilar Rizzo Carlos Arturo

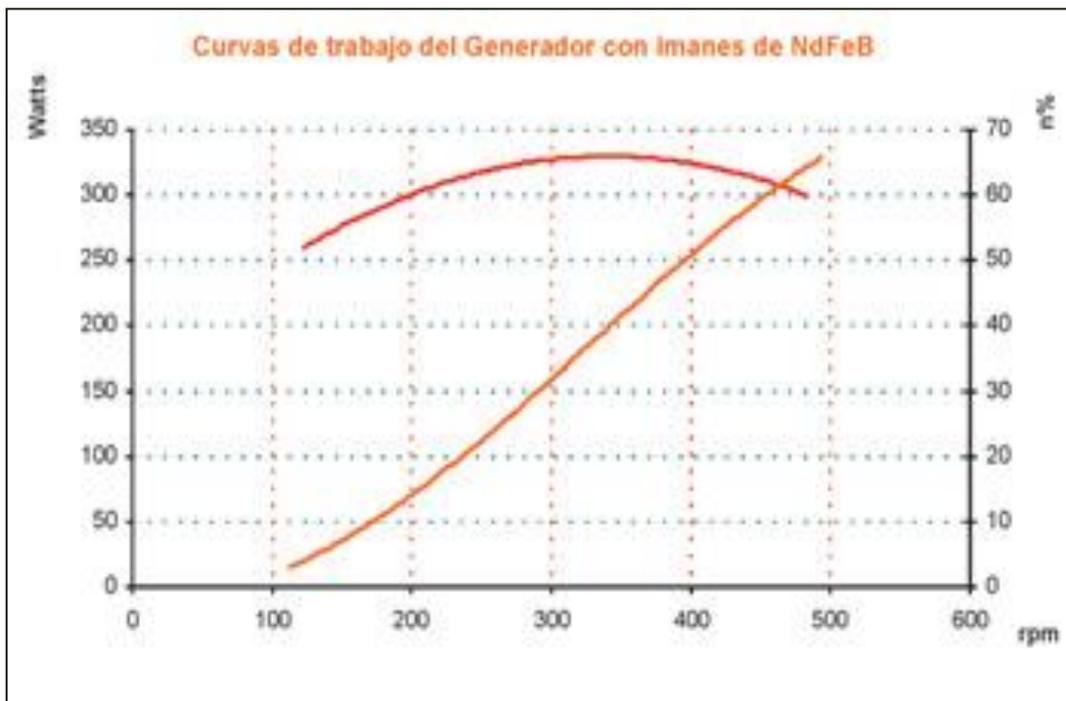
Conocer las características de trabajo del generador pasa por hacer pruebas de laboratorio para hacer las curvas de comportamiento de la máquina.

En el gráfico N° 27 se muestra la curva del generador con imanes permanentes de neodimio, el que fue construido al final de los trabajos de investigación, y que ha sido descrito en los puntos anteriores.

Tiene los siguientes componentes y características:

- Generador trifásico,
- Seis pares de polos (en conexión doble estrella),
- 6 bobinas de 100 espiras cada una,
- 330 W de potencia nominal,
- 360 rpm de velocidad nominal, y
- Eficiencia a un 66%.

GRÁFICO N° 27
CURVA DE COMPORTAMIENTO DEL GENERADOR

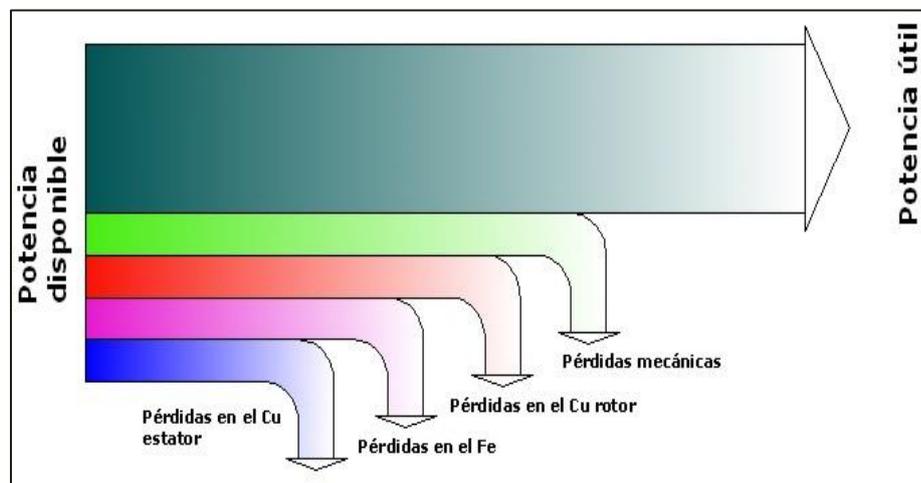


Fuente: Soluciones Prácticas ITDG
Elaborado por: Aguilar Rizzo Carlos Arturo

3.9.1 Pérdidas eléctricas y magnéticas

Las pérdidas en una máquina eléctrica están representadas por la energía que se pierde por histéresis magnética y las corrientes parásitas que circulan por el núcleo, también llamadas pérdidas en el hierro, y las pérdidas eléctricas por calor en el devanado, o pérdidas en el cobre. En este caso, al tener un estator fabricado de material no ferro magnético, van a disminuir mucho las pérdidas por histéresis. Las pérdidas por corrientes parásitas serán despreciadas tomando como base el uso de aleaciones de acero amorfas, las pérdidas por histéresis son proporcionales a la frecuencia de trabajo, por tanto a velocidades bajas aplicadas serán reducidas, y se irán incrementando conforme aumente el número de revoluciones, y con ello la frecuencia.

GRÁFICO N° 28
PÉRDIDAS MAGNÉTICAS



Fuente: Soluciones Prácticas ITDG
Elaborado por: Aguilar Rizzo Carlos Arturo

3.10 Estudio Económico

El estudio económico trata acerca de la determinación de las inversiones que se deben realizar para la puesta en marcha del presente trabajo de titulación.

Para determinar los recursos económicos que serán necesarios en el presente trabajo de titulación se debe definir la inversión total y el financiamiento requerido.

A su vez, la inversión total está clasificada en inversión fija y el capital de de operación anual.

3.10.1 Inversión Fija

La inversión en activos fijos, está representada por aquellos recursos que superan la vida útil de 1 año, y que se deprecian.

En la siguiente tabla se muestra el detalle de los rubros de inversión fija.

TABLA Nº 8
INVERSIÓN FIJA

Descripción	Valor total	%
Terrenos y construcciones	\$ 84.285,00	81%
Maquinarias y equipos	\$ 9.395,46	9%
Otros activos intangibles	\$ 3.303,70	3%
Equipos y muebles de oficina	\$ 6.966,40	7%
Total	\$ 103.950,56	100%

Fuente: Cuentas de Inversión Fija
Elaborado por: Aguilar Rizzo Carlos Arturo

Como se puede observar en la tabla anterior el monto de la inversión fija asciende a la suma de \$ 103.950,56, cuya clasificación es la siguiente: 81% corresponde a terrenos y construcciones; el 9% a maquinarias y equipos; el 3% conciernen a otros activos y el 7% pertenecen al rubro de equipos y muebles de oficina con valores de \$ 84.285; \$9.395,46; \$3.303,70 y \$6.966,40 respectivamente.

Terrenos y construcciones

El proyecto necesita de infraestructura física donde el recurso humano pueda ejecutar sus actividades, para el efecto se debe construir un edificio disponiendo previamente de un terreno, a continuación se muestra el detalle del terreno y las construcciones.

TABLA Nº 9
TERRENOS Y CONSTRUCCIONES

Descripción	Cantidad	Unidades	Valor Un.	Total
Terreno (20m x 20m)	400	m ²	\$ 35,00	\$ 14.000,00
Construcciones				\$ 50.285,00
Cerramiento	400	m	\$ 50,00	\$ 20.000,00
Total Terrenos y Construcciones				\$ 84.285,00

Fuente: Cuentas de Inversión Fija
Elaborado por: Aguilar Rizzo Carlos Arturo

TABLA Nº 10
CONSTRUCCIONES

Rubro	Cantidad	Unidad	Costo Un.	Costo Total
Planta de Producción (10 x 16)	160	m ²	\$ 185,00	\$ 29.600,00
Dpto. Control de Calidad (3 x 4)	12	m ²	\$ 115,00	\$ 1.380,00
Bodega de M.P y P.T. (10 x 7)	70	m ²	\$ 165,00	\$ 11.550,00
Área de Mantenimiento (5 x 4)	20	m ²	\$ 165,00	\$ 3.300,00
Administración (5 x 4)	20	m ²	\$ 155,00	\$ 3.100,00
Baños (1.5 x 2)	3	m ²	\$ 105,00	\$ 315,00
Garita Guardia (2 x 2)	4	m ²	\$ 120,00	\$ 480,00
Cuarto de Transformadores (2 x 2)	4	m ²	\$ 140,00	\$ 560,00
Total				\$ 50.285,00

Fuente: Cuentas de Inversión Fija
Elaborado por: Aguilar Rizzo Carlos Arturo

El rubro terreno y construcciones ascienden a la cantidad de \$84.285,00. Y dentro del desglose de la cuenta construcción se puede observar que se tiene un total de \$50.285,00.

Maquinarias y Equipos

Equipos para la producción.- Para poder producir se necesitan equipos de producción, para este efecto, se ha elaborado el siguiente cuadro, en el cual se presenta el detalle de este rubro económico.

TABLA N° 11
EQUIPOS PARA LA PRODUCCIÓN

Descripción	Cantidad	Valor Un.	Valor Total
Taladro de pedestal	1	\$ 650,00	\$ 650,00
Equipo de Oxicorte	1	\$ 1.800,00	\$ 1.800,00
Soldadora eléctrica	1	\$ 750,00	\$ 750,00
Pulidora	2	\$ 150,00	\$ 300,00
Compresor	1	\$ 350,00	\$ 350,00
Subtotal			\$ 3.850,00
IVA 12%			\$ 462,00
Total			\$ 4.312,00

Fuente: Proveedores

Elaborado por: Aguilar Rizzo Carlos Arturo

El rubro correspondiente a los equipos para la producción asciende a la cantidad de \$4.312,00.

Equipos Auxiliares.- Se refiere a los equipos auxiliares del presupuesto.

TABLA N° 12
EQUIPOS AUXILIARES

Descripción	Cantidad	Valor Un.	Valor Total
Vehículo	1	\$ 22.000,00	\$ 22.000,00

Acondicionador de aire	4	\$ 650,00	\$ 2.600,00
Herramientas de mantenimiento	1	\$ 350,00	\$ 350,00
Instrumentos de control de calidad	1	\$ 450,00	\$ 450,00
Extintores de 20 lb	4	\$ 60,00	\$ 240,00
Subtotal			\$ 3.640,00
IVA 12%			\$ 436,80
Total			\$ 4.076,80

Fuente: Proveedores
Elaborado por: Aguilar Rizzo Carlos Arturo

La cuenta correspondiente a los equipos auxiliares asciende a la cantidad de \$4.076,80, según el presupuesto establecido. En resumen, la suma de los rubros correspondientes a los equipos de la producción y equipos auxiliares, es la que conforma la cuenta de Maquinarias y Equipos. Dicha sumatoria ado la cifra que se detalla en el siguiente cuadro:

TABLA N° 13
MAQUINARIAS Y EQUIPOS

Descripción	Valor total
Equipos de producción	\$ 4.312,00
Equipos auxiliares	\$ 4.076,80
Subtotal	\$ 8.388,80
IVA 12%	\$ 1.006,66
Total	\$ 9.395,46

Fuente: Proveedores
Elaborado por: Aguilar Rizzo Carlos Arturo

El rubro correspondiente a maquinarias y equipos asciende a la cantidad de \$9.395,46.

Otros activos

Intangibles.- Los activos intangibles, son aquellos costos de permisos y gastos de constitución que se realizan al inicio del proyecto, pero que no será necesario realizarlo posteriormente.

Se puede observar en la siguiente tabla que el rubro de activos intangibles asciende a la cantidad de \$3.303,70.

TABLA N° 14
ACTIVOS INTANGIBLES

Descripción	Fuente	Costo total
Software (Licencia para programas)		\$ 250,00
Gastos de Constitución de la Compañía		\$ 300,00
Gastos de Puesta en marcha		\$ 1.923,70
Patentes		\$ 260,00
Permisos Municipales y legales		\$ 320,00
Costo del Estudio		\$ 250,00
Total		\$ 3.303,70

Fuente: Proveedores
Elaborado por: Aguilar Rizzo Carlos Arturo

Equipos de oficina.- Se refiere a los costos de los equipos y mobiliarios de oficina, que se requieren en la sección administrativa, los cuales se detallan en la siguiente tabla:

TABLA N° 15
EQUIPOS Y MUEBLES DE OFICINA

Descripción	Cantidad	Valor Un.	Valor Total
Escritorio Gerencial de 70X140cm ²	5	\$ 120,00	\$ 600,00
Archivador	5	\$ 110,00	\$ 550,00
Silla gema - color negro	5	\$ 70,00	\$ 350,00
Papelera	4	\$ 650,00	\$ 2.600,00
Equipo de Computación con impresora	5	\$ 620,00	\$ 3.100,00
Línea telefónica	3	\$ 120,00	\$ 360,00
Teléfono	5	\$ 32,00	\$ 160,00
Subtotal			\$ 6.220,00
IVA 12%			\$ 746,40
Total			\$ 6.966,40

Fuente: Proveedores
Elaborado por: Aguilar Rizzo Carlos Arturo

La cuenta muebles de oficina asciende a la cantidad de \$6.966.40

Otros Activos.- La sumatoria de los activos intangibles y de los equipos de oficina, se detalla en la siguiente tabla:

TABLA N° 16
OTROS ACTIVOS

Descripción	Valor total	%
Activos Intangibles	\$ 3.303,70	12,50%
Equipos de oficina	\$ 6.966,40	26,36%
Total	\$ 10.270,10	38,86%

Fuente: Tablas N°10 y N°11

Elaborado por: Aguilar Rizzo Carlos Arturo

El rubro de otros activos asciende a la cantidad de \$10.270,10

3.10.2 Capital de operación

El capital de operación agrupa todos los costos percederos, es decir, los gastos que deben desembolsarse semanalmente, mensualmente, trimestralmente, o sea, en periodos menores de 1 año, sin que requieran ser depreciados, entre ellos se citan, los materiales directos, la mano de obra directa la carga fabril, los costos administrativos y de venta. El capital de operación anual del proyecto será el siguiente:

TABLA N° 17
CAPITAL DE OPERACIÓN ANUAL

Descripción	Valor total	%
Materiales Directos	\$ 183.154,54	62,53%
Mano de Obra Directa	\$ 22.058,45	7,53%
Carga Fabril	\$ 52.935,91	18,07%
Gastos Administrativos	\$ 26.428,62	9,02%
Costos de Ventas	\$ 8.324,69	2,84%
Total	\$ 292.902,22	100,00%

Fuente: Rubros del capital de operación

Elaborado por: Aguilar Rizzo Carlos Arturo

El capital de operación asciende a la cantidad de \$292.902,22, está clasificado de la siguiente manera: el 62,53% corresponde a materiales directos, esto es 183.154,54; el 7,53% se refiere a la mano de obra directa, o sea \$22.058,45; el 18,07%, o \$52.935,91 pertenecen a la carga fabril; mientras que el 9,02% pertenece a Gastos administrativos lo que viene a dar en dólares a \$26.428,62; y finalmente el 2,84% esto es \$8.324,69 corresponden a costos de ventas.

Los rubros del capital de operación se detallan en los siguientes numerales.

Materiales directos.

Los materiales directos varían directamente con el volumen de producción. Entre los materiales directos se citan los siguientes:

TABLA N° 18
MATERIALES DIRECTOS

Descripción	Consumo Un.	Unidad	Consumo Anual	Valor Un.	Valor Total
Plancha de acero de 6mm	0,05	Unidad	132	\$ 60,00	\$ 7.920,00
Tubo de 8mm (eje hueco)	0,02	Unidad	52,8	\$ 12,00	\$ 633,60
Imanes de Neodimio	16	Unidad	42240	\$ 0,80	\$ 33.792,00
Alcohol etílico	0,002	lt	5,28	\$ 2,00	\$ 10,56
Resina poliéster	1	kg	2640	\$ 2,00	\$ 5.280,00
Disolvente	0,002	lt	5,28	\$ 8,00	\$ 42,24
Catalizador	0,002	lt	5,28	\$ 12,00	\$ 63,36
Acelerador	0,001	lt	2,64	\$ 16,00	\$ 42,24
Talco industrial	0,01	kg	26,4	\$ 0,35	\$ 9,24
Cable de cobre esmaltado	2	kg	5280	\$ 6,00	\$ 31.680,00
Cable de cobre	1,8	m	4752	\$ 0,80	\$ 3.801,60
Rodamientos	2	Unidad	5280	\$ 12,00	\$ 63.360,00
Cinta de aluminio	2	m	5280	\$ 3,00	\$ 15.840,00
Soldadura	0,2	kg	528	\$ 2,00	\$ 1.056,00
Subtotal					\$ 163.530,84
IVA 12%					\$ 19.623,70
Total					\$ 183.154,54

Fuente: Proveedores

Elaborado por: Aguilar Rizzo Carlos Arturo

El rubro de materiales directos, es la cantidad de \$183.154,54.

Mano de obra directa

Está representada por los sueldos del recurso humano que trabajará directamente en la manufactura de los generadores eléctricos de imanes permanentes. En el siguiente cuadro se detallan los costos de este rubro.

TABLA N° 19
MANO DE OBRA DIRECTA

Descripción	Salario básico	Déc. Tercero	Déc. Cuarto	IESS (12,15%)	SECAP (1%)	Total
Operario	\$ 354,00	\$ 29,50	\$ 29,50	\$ 43,01	\$ 3,54	\$ 459,55

Descripción	Pago	# Operarios	Valor Mens.	Valor Anual
Operario	\$ 459,55	4	\$ 1.838,20	\$ 22.058,45

Fuente: Tabla de sueldos y salarios
Elaborado por: Aguilar Rizzo Carlos Arturo

El rubro de mano de obra directa queda: \$22.058,45.

3.10.2.1 Carga Fabril

Está representada por los costos indirectos del proyecto.

Las cuentas que conforman la carga fabril son las siguientes: mano de obra indirecta, materiales indirectos y los costos de fabricación (depreciaciones, mantenimiento, seguros, suministros e insumos de fabricación).

Mano de obra indirecta.- Está representada por los sueldos del recurso humano ligado a la supervisión de los procesos y al cumplimiento de actividades técnicas como Seguridad Industrial y Gestión Ambiental.

En la siguiente tabla se presenta el detalle de los costos de la mano de obra indirecta.

TABLA N° 20
MANO DE OBRA INDIRECTA

Descripción	Salario básico	Déc. Tercero	Déc. Cuarto	IESS (12,15%)	SECAP (1%)	Total
Jefe de Producción	\$ 1.200,00	\$ 100,00	\$ 100,00	\$ 145,80	\$ 12,00	\$ 1.557,80
Inspector de Calidad	\$ 700,00	\$ 58,33	\$ 58,33	\$ 85,05	\$ 7,00	\$ 908,72
Adm. de Bodega	\$ 800,00	\$ 66,67	\$ 66,67	\$ 97,20	\$ 8,00	\$ 1.038,53

Descripción	Pago	# Colaborad.	Valor Mens.	Valor Anual
Jefe de Producción	\$ 1.557,80	1	\$ 1.557,80	\$ 18.693,60
Insp. de Calidad	\$ 908,72	1	\$ 908,72	\$ 10.904,60
Adm. de Bodega	\$ 1.038,53	1	\$ 1.038,53	\$ 12.462,40
Total				\$ 42.060,60

Fuente: Tabla de sueldos y salarios
Elaborado por: Aguilar Rizzo Carlos Arturo

El rubro de mano de obra indirecta asciende a la cantidad de \$42.060,60.

Materiales Indirectos.- Los materiales indirectos, son aquellos que no forman parte del producto final que es comercializado al cliente, pero que son indispensables para el etiquetado y presentación del mismo.

En la siguiente tabla se detalla las cuentas que conforman el rubro materiales indirectos.

TABLA N° 21
MATERIALES INDIRECTOS

Descripción	Unidad	Cant. Unid.	Costo Un.	Valor Total
Fundas	Rollo	120	\$ 3,00	\$ 360,00
Etiquetas	Millar	120	\$ 0,80	\$ 96,00
Subtotal				\$ 456,00
IVA 12%				\$ 54,72
Total				\$ 510,72

Fuente: Proveedores
Elaborado por: Aguilar Rizzo Carlos Arturo

El rubro de materiales indirectos asciende a la cantidad de \$510,72

Otros rubros.- Otras cuentas que forman la inversión fija son las depreciaciones, seguros, reparaciones y mantenimiento, cada una de estas cuentas se obtienen a través de la inversión fija.

Se ha utilizado el método de depreciación lineal para obtener la depreciación del costo de los activos, de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$\text{Depreciación anual} = \frac{\text{Costo de activos} - \text{Valor de salvamento}}{\text{Vida útil}}$$

De acuerdo a la fórmula establecida se realizó la tabla N° 17 donde se detallan las depreciaciones de nuestros activos.

TABLA N° 22
DEPRECIACIONES, SEGUROS Y MANTENIMIENTO

Activo	Costo	Años V. Útil	V. Salvamento	Deprec. Anual	%	Mantenimiento	Seguro
Maquinaria	\$ 4.312,00	10	\$ 431,20	\$ 388,08	5%	\$ 215,60	\$ 172,48
Construcción	\$ 50.285,00	20	\$ 2.514,25	\$ 2.388,54			
Vehículo	\$ 22.000,00	5	\$ 4.400,00	\$ 3.520,00	5%	\$ 1.100,00	\$ 880,00
Puesta en Marcha	\$ 1.923,70	5	\$ 384,74	\$ 307,79			
Total				\$ 6.604,41		\$ 1.315,60	\$ 1.052,48

Fuente: Inversión Fija
Elaborado por: Aguilar Rizzo Carlos Arturo

Las cuentas de depreciación ascienden a la cantidad de \$6.604,41.

Suministros para la producción.- Forman parte de la carga fabril, los suministros de fabricación que se detallan en la siguiente tabla:

TABLA N° 23
SUMINISTROS DE FABRICACIÓN

Descripción	Cantidad	Unidad	Costo Un.	Valor Total
Energía Eléctrica	2200	kw	\$ 0,09	\$ 198,00
Lubricantes	5	Galón	\$ 8,85	\$ 44,25
Agua	55	m ³	\$ 0,26	\$ 14,30
Otros Suministros				
Botiquín y medicinas	1	Unidad	\$ 60,00	\$ 60,00
Detergente	4	Galón	\$ 4,60	\$ 18,40
Trapeadores	4	Unidad	\$ 5,00	\$ 20,00
Escobas	4	Unidad	\$ 2,50	\$ 10,00
Mascarillas para soldar	2	CajaX20	\$ 95,00	\$ 190,00
Mascarillas desechables	6	CajaX20	\$ 25,00	\$ 150,00
Mandiles	8	Unidad	\$ 6,50	\$ 52,00
Guantes Hyflex anticorte	12	pares	\$ 13,00	\$ 156,00
Botas con punta de acero	4	pares	\$ 75,00	\$ 300,00
Señalizaciones	6	Unidad	\$ 5,00	\$ 30,00
Subtotal				\$ 1.242,95
IVA 12%				\$ 149,15
Total				\$ 1.392,10

Fuente: Proveedores
Elaborado por: Aguilar Rizzo Carlos Arturo

El rubro contable de suministros de fabricación y otros suministros para la limpieza de los equipos productivos y para la protección del recurso humano asciende a un costo de \$1.392,10.

Resumen de Carga Fabril

La suma de los rubros de carga fabril: mano de obra indirecta, materiales indirectos, depreciaciones, seguros, suministros de fabricación y mantenimiento, es el monto de carga fabril, se presenta de forma detallada en la siguiente tabla:

TABLA N° 24
CARGA FABRIL

Descripción	Valor total	%
Mano de Obra Indirecta	\$ 42.060,60	79,46%
Materiales Indirectos	\$ 510,72	0,96%
Depreciación	\$ 6.604,41	12,48%
Mantenimiento	\$ 1.315,60	2,49%
Seguros	\$ 1.052,48	1,99%
Suministros	\$ 1.392,10	2,63%
Total	\$ 52.935,91	100,00%

Fuente: Inversión Fija
Elaborado por: Aguilar Rizzo Carlos Arturo

El rubro de carga fabril asciende a la cantidad de \$52.935,91, de los cuales el 79,46% corresponde a la mano de obra indirecta, el 0,96% a los materiales indirectos, el 12,48% al rubro de las Depreciaciones, el 2,49% por concepto de Mantenimiento, el 1,99% a Seguros, y finalmente el 2,63% representa a los suministros.

Costos Administrativos.

Sueldos al personal administrativo.- Se refieren a las remuneraciones que percibirá el personal que realiza labores administrativas, entre las que se mencionan al Gerente General, se lo observa a continuación:

TABLA N° 25
SUELDOS AL PERSONAL ADMINISTRATIVO

Descripción	Salario básico	Déc. Tercero	Déc. Cuarto	IESS (12,15%)	SECAP (1%)	Total
Gerente General	\$ 1.500,00	\$ 125,00	\$ 125,00	\$ 182,25	\$ 15,00	\$ 1.947,25

Descripción	Pago	Valor Mens.	Valor Anual
Gerente General	\$ 1.947,25	\$ 1.947,25	\$ 23.367,00

Fuente: Tabla de sueldos y salarios
Elaborado por: Aguilar Rizzo Carlos Arturo

El rubro de sueldos del personal administrativo asciende a la cantidad de \$23.367,00.

Costos generales.- Se refieren a los egresos percederos del área administrativa, entre las que se mencionan los costos de las depreciaciones de los equipos y mobiliario de oficina, el servicio de contaduría y los suministros de oficina.

TABLA N° 26
COSTOS GENERALES

Activo	Costo	Años V. Útil	V. Residual	V. a Depreciar	Deprec. Anual
Dep. Muebles de Oficina	\$ 6.966,40	5	\$ 1.393,28	\$ 5.573,12	\$ 1.114,62
Const. Sociedad	\$ 300,00	10	\$ 30,00	\$ 270,00	\$ 27,00
Planilla Telefónica	\$ 40,00				\$ 480,00
Servicio de contaduría	\$ 80,00				\$ 960,00
S. de Oficina	\$ 40,00				\$ 480,00
Total					\$ 3.061,62

Fuente: Tabla de otros activos
Elaborado por: Aguilar Rizzo Carlos Arturo

El rubro de costos generales asciende a la cantidad de \$3.061,62.

Resumen de Costos Administrativos.- Cuando se suman los sueldos del personal administrativo más los gastos generales, se obtiene el monto de los costos administrativos, cuyo detalle es presentado en la siguiente tabla:

TABLA N° 27
SUELDOS Y GASTOS ADMINISTRATIVOS

Descripción	Valor total	%
Costos Generales	\$ 3.061,62	11,58%
Personal Administrativo	\$ 23.367,00	88,42%
Total	\$ 26.428,62	100,00%

Fuente: Tabla de sueldos administrativos y gastos generales.
Elaborado por: Aguilar Rizzo Carlos Arturo

El rubro de costos administrativos asciende al monto de \$26.428,62, de los cuales el 11,58% corresponde a los gastos generales y el 88,42% pertenece a los sueldos del personal administrativo.

Costos de ventas.

Los costos de ventas, son una cuenta contable que se refiere a los rubros de sueldos del personal de ventas y los gastos por concepto de publicidad y promoción y otros pertenecientes a la mercadotecnia.

Sueldo del personal de ventas.-

Se refiere a las remuneraciones que percibirá el personal del área de Ventas, el vendedor de la organización.

TABLA N° 28
SUELDO DEL PERSONAL DE VENTAS

Descripción	Salario básico	Déc. Tercero	Déc. Cuarto	IESS (12,15%)	SECAP (1%)	Total
Vendedor	\$ 354,00	\$ 29,50	\$ 29,50	\$ 43,01	\$ 3,54	\$ 459,55

Descripción	Pago	Cantidad	Valor Mens.	Valor Anual
Vendedor	\$ 459,55	1	\$ 459,55	\$ 5.514,61

Fuente: Tabla de sueldos y salarios
Elaborado por: Aguilar Rizzo Carlos Arturo

El rubro de sueldos del personal de ventas asciende a la cantidad de \$5.514,61.

Costos publicitarios.- Son los costos de la publicidad, promociones y otros vehículos relacionados con la difusión del producto en el mercado.

En lo relacionado a los costos publicitarios, los mismos se describen en la siguiente tabla:

TABLA N° 29
COSTOS PUBLICITARIOS

Descripción	Cantidad	Costo Un.	Costo Anual
Letreros	2	\$ 225,00	\$ 450,00
Promociones	1	\$ 850,00	\$ 850,00
Prensa escrita	12	\$ 52,00	\$ 624,00
Internet	6	\$ 50,00	\$ 300,00
Tarjetas de presentación	1000	\$ 0,04	\$ 40,00
Folletos	500	\$ 0,25	\$ 125,00
Volantes	500	\$ 0,04	\$ 20,00
Trípticos	500	\$ 0,20	\$ 100,00
Subtotal			\$ 2.509,00
IVA 12%			\$ 301,08
Total			\$ 2.810,08

Fuente: Tabla de sueldos y salarios

Elaborado por: Aguilar Rizzo Carlos Arturo

Los costos por concepto de publicidad y promoción ascienden a la cantidad de \$2.810,08.

Resumen de los Costos de Ventas.- Los costos de ventas están representados por la suma de los rubros de sueldos al personal de ventas y los gastos por concepto de publicidad y promoción, los cuales se detallan en la siguiente tabla:

TABLA N° 30
COSTOS DE VENTAS

Descripción	Valor total	%
Publicidad y Promoción	\$ 2.810,08	33,76%
Personal de ventas	\$ 5.514,61	66,24%
Total	\$ 8.324,69	100,00%

Fuente: Tabla de sueldos y salarios

Elaborado por: Aguilar Rizzo Carlos Arturo

El rubro de costos de ventas asciende a la cantidad de \$8.324,69, de los cuales el 33,76% pertenece a los gastos por concepto de publicidad y promoción y el 66,24% corresponde al rubro de sueldo del personal de ventas.

3.10.3 Inversión Total.

El rubro de presupuesto de la inversión total se refiere a la suma de las cuentas de inversión fija y capital de operaciones, las cuales se detallan a continuación.

TABLA N° 31
INVERSIÓN TOTAL

Descripción	Valor total	%
Inversión Fija	\$ 103.950,56	26,19%
Capital de Operaciones	\$ 292.902,22	73,81%
Total	\$ 396.852,77	100%
Capital Propio	\$ 60.000,00	15,12%
Financiamiento	\$ 336.852,77	84,88%

Fuente: Capital de operación e inversión fija.
Elaborado por: Aguilar Rizzo Carlos Arturo

La cuenta contable de la inversión total asciende al monto de \$396.852,77, de los cuales el 26,19% corresponde a la inversión fija y el 73,81% pertenece al rubro de capital de operaciones.

3.10.4 Financiamiento.

Para financiar el proyecto, se acogerá el sistema de conformación de una sociedad de responsabilidad limitada, con la participación de tres socios, para lo cual cumplirá con los requisitos que exige la Ley de Compañías en la sección V, Art. 92.

El 15,12% de la inversión total requerida, correspondiente a \$60.000,00 será financiado por los socios con aportaciones en iguales proporciones, mientras que por el saldo se optará por solicitar un crédito al sector financiero. Por lo que se requerirá financiar el 84,88% de la inversión total, esto es un crédito por \$336.852,77.

El proyecto requiera de la cantidad antes mencionada para iniciar las operaciones productivas, por el cual se solicitará el crédito a la Corporación Financiera Nacional (CFN), a quien se pagará un interés anual del 10%, pagado en 12 dividendos trimestrales, es decir, en un plazo de 3 años. Los datos del crédito requerido son los siguientes:

Crédito requerido $C = \$336.852,77$.

Interés anual = 10%

Plazo de pago = 3 años

$n = 12$ pagos

Luego se aplica la ecuación para obtener el valor de las cuotas a pagar, o dividendos mensuales a cancelar a la CFN, institución financiera que facilitará el préstamo para la realización del proyecto.

$$\text{Pago} = \frac{C \times i}{1 - (1+i)^{-12}}$$

$$\text{Pago} = \frac{336.852,77 \times 2,5\%}{1 - (1+2,5\%)^{-12}}$$

Pago = \$32.838,31

A continuación se detalla la tabla de amortización del crédito financiado por la Corporación Financiera Nacional:

TABLA N° 32
AMORTIZACIÓN DEL CRÉDITO FINANCIADO

Nº	Fecha	C	i = 2,5%	P	(C+i)-P
0	20/12/2015	\$ 336.852,77			
1	20/03/2016	\$ 336.852,77	\$ 8.421,32	\$ 32.838,81	\$ 312.435,28
2	20/06/2016	\$ 312.435,28	\$ 7.810,88	\$ 32.838,81	\$ 287.407,36
3	20/09/2016	\$ 287.407,36	\$ 7.185,18	\$ 32.838,81	\$ 261.753,73

4	20/12/2016	\$ 261.753,73	\$ 6.543,84	\$ 32.838,81	\$ 235.458,77
5	20/03/2017	\$ 235.458,77	\$ 5.886,47	\$ 32.838,81	\$ 208.506,43
6	20/06/2017	\$ 208.506,43	\$ 5.212,66	\$ 32.838,81	\$ 180.880,28
7	20/09/2017	\$ 180.880,28	\$ 4.522,01	\$ 32.838,81	\$ 152.563,48
8	20/12/2017	\$ 152.563,48	\$ 3.814,09	\$ 32.838,81	\$ 123.538,75
9	20/03/2018	\$ 123.538,75	\$ 3.088,47	\$ 32.838,81	\$ 93.788,41
10	20/06/2018	\$ 93.788,41	\$ 2.344,71	\$ 32.838,81	\$ 63.294,31
11	20/09/2018	\$ 63.294,31	\$ 1.582,36	\$ 32.838,81	\$ 32.037,86
12	20/12/2018	\$ 32.037,86	\$ 800,95	\$ 32.838,81	\$ 0,00
TOTALES			\$ 57.212,94	\$ 394.065,71	

Fuente: Crédito Requerido

Elaborado por: Aguilar Rizzo Carlos Arturo

De acuerdo a la tabla, la empresa adquiere un pasivo corriente por la cantidad de \$394.065,71, durante los tres años que dura el crédito con la institución bancaria, cuyo desglose es el siguiente:

TABLA N° 33
INTERESES ANUALES

Periodo	Interés Anual	%
2016	\$ 29.961,23	52,37%
2017	\$ 19.435,22	33,97%
2018	\$ 7.816,48	13,66%
Total	\$ 57.212,94	100,00%

Fuente: Crédito Requerido

Elaborado por: Aguilar Rizzo Carlos Arturo

En el año 2016 se debe abonar, por concepto de intereses la cantidad de \$29.961,23 equivalente al 52,37%; en el año 2017 se cancelará \$19.435,22, esto es el 33,97%; y en el año 2018 los intereses a cancelar serán por la suma de \$7.816,48 que equivale al 13,66% del interés.

3.10.5 Costos de producción.

Los costos de producción están representados por la suma de los materiales directos, mano de obra directa, y carga fabril, como se indica en la siguiente tabla:

TABLA N° 34
COSTOS DE PRODUCCIÓN

Descripción	Valor Total	%
Materiales Directos	\$ 183.154,54	70,95%
Mano de Obra directa	\$ 22.058,45	8,54%
Carga Fabril	\$ 52.935,91	20,51%
Costo Total de Producción	\$ 258.148,90	100,00%

Fuente: Tabla de capital de operación
Elaborado por: Aguilar Rizzo Carlos Arturo

Los costos de producción suman la cantidad de \$258.148,90, de los cuales el 70,95% corresponde a los materiales directos; el 8,54% pertenece a la mano de obra directa y el 20,51% a la carga fabril.

3.10.6 Cálculo del costo unitario de producción.

El costo unitario de producción (C.U.P.) se obtiene con la siguiente operación:

$$\text{C.U.P.} = \frac{\text{Capital de operación} + \text{Costo financiero anual}}{\text{Volumen de producción}}$$

$$\text{C.U.P.} = \frac{292.902,22 + 29.961,23}{2640}$$

Costo unitario del producto = \$153

Por lo anterior se determina que el costo unitario del producto asciende a la cantidad de \$122,30 por cada generador eléctrico de imanes permanentes.

3.10.7 Determinación del precio de venta.

El precio de venta no es otra cosa que el costo unitario de operación incrementado en un porcentaje que se denomina utilidad sobre los costos,

para el presente trabajo de investigación se plantea dejar un margen del 25% como introducción al mercado, tal como se presenta en la siguiente operación:

$$\text{Precio de venta} = \text{Precio unitario} \times (1 + \text{Utilidad})$$

$$\text{Precio de venta} = \$122,30 \times (1 + 0,25)$$

$$\text{Precio de venta} = \$122,30 \times (1,25)$$

$$\text{Precio de venta} = \mathbf{\$153}$$

Los ingresos por ventas se presentan en la siguiente tabla:

TABLA N° 35
INGRESOS POR VENTAS

Año	Demanda en Un.	Precio/Un.	Ingresos Esperados
2016	2640	\$ 153	\$ 403.579,31
2017	2740	\$ 153	\$ 418.866,40
2018	2840	\$ 153	\$ 434.153,50
2019	2940	\$ 153	\$ 449.440,59
2020	3040	\$ 153	\$ 464.727,69
Total			\$ 2.170.767,49

Fuente: Programa de producción y precio de venta del producto
Elaborado por: Aguilar Rizzo Carlos Arturo

En el primer año de implementación del proyecto se percibirán por ventas totales \$403.579,31.

3.11 Cálculo del punto de Equilibrio

El punto muerto o de equilibrio es aquel nivel, en donde, los ingresos totales de la empresa, son iguales, o se equiparan a la suma de todos los egresos, es decir, es el nivel de ventas donde no existen ni pérdidas, ni ganancias.

Para poder calcularlo, tenemos que tomar en cuenta los ingresos, los costos fijos y los costos variables.

Los rubros que conforman los costos fijos, son aquellos que no tienen relación directa con los volúmenes de producción, es decir, aumente o disminuya la producción, sus valores permanecen constantes, caso contrario son los costos variable, que si tienen relación directa con los volúmenes de producción, y por lo tanto varían de acuerdo a los mismos.

Los rubros que conforman los costos fijos, costos variables y sus respectivos valores, se los puede apreciar en la tabla que sigue:

TABLA N° 36
DETERMINACIÓN DE COSTOS FIJOS Y VARIABLES

COSTOS	FIJOS	VARIABLES
Materiales Directos		\$ 183.154,54
Mano de Obra Directa		\$ 22.058,45
Materiales Indirectos		\$ 510,72
Mano de Obra Indirecta		\$ 42.060,60
Reparación y Mantenimiento	\$ 1.315,60	
Seguros	\$ 1.052,48	
Suministros		\$ 1.392,10
Depreciaciones	\$ 6.604,41	
Gastos Administrativos		\$ 26.428,62
Gastos de Ventas		\$ 8.324,69
Gastos Financieros	\$ 29.961,23	
Totales	\$ 38.933,72	\$ 283.929,73

Fuente: Capital de operaciones y costos financieros
Elaborado por: Aguilar Rizzo Carlos Arturo

De acuerdo a la tabla anterior, los costos fijos suman la cantidad de \$38.933,72 y los costos variables ascienden al monto de \$283.929,73.

Para obtener el punto de equilibrio se debe utilizar la siguiente ecuación financiera:

$$\text{Punto de equilibrio} = \frac{\text{Costos fijos}}{\text{Ventas} - \text{costos variables}}$$

Con esta ecuación se puede determinar el porcentaje del punto de equilibrio, el número o valor resultante que al multiplicarlo por 100 da como resultado un porcentaje de producción de generadores eléctricos de imanes permanentes, donde los ingresos y egresos de la empresa se igualan, los datos para efecto del cálculo se muestran a continuación:

TABLA N° 37
DATOS PARA EL CÁLCULO DEL PUNTO DE EQUILIBRIO

DETALLE	VALORES
Nº de Unidades	2640
Costos Fijos	\$ 38.933,72
Costos Variables	\$ 283.929,73
P.V.P.	152,9
Ventas	\$ 403.579,31

Fuente: Tabla de Costos fijos y variables
Elaborado por: Aguilar Rizzo Carlos Arturo

En la siguiente ecuación se calcula el punto de equilibrio tomando como base los datos de los resultados obtenidos durante el desarrollo del estudio económico de este trabajo de investigación, los mismos que se muestran a continuación:

Margen de contribución = Ventas – Costos variables.

Margen de contribución = 403.579,31 – 283.929,73

Margen de contribución = \$119.649,58

$$\text{Punto de equilibrio} = \frac{\text{Costos fijos}}{\text{Ventas} - \text{costos variables}}$$

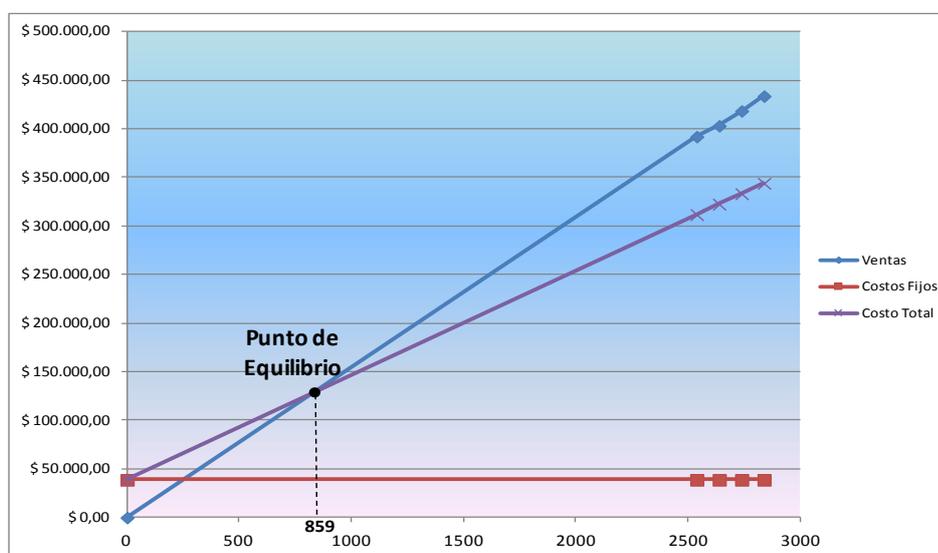
$$\text{Punto de equilibrio} = \frac{38.933,72}{403.579,31 - 283.929,73}$$

Punto de equilibrio = 32,5% = 859 unidades.

Según el cálculo realizado, el punto de equilibrio se sitúa en el 32,5% del volumen de producción esperado en el año, cuando se hayan producido 859 unidades de generadores eléctricos de imanes permanentes, en ese momento la empresa empezará a recuperar los costos anuales que invertirá en el proyecto, incluyendo la depreciación de equipos, maquinarias e instalaciones.

- En la línea de las X (horizontal), se tienen las unidades de generadores a producir.
- En el eje de las Y (vertical), se tienen los valores en dólares.
- La línea paralela al eje de las X, representa a los costos fijos.
- La línea bisectriz que nace en el ángulo formado entre X-Y representa a los ingresos.

**GRAFICO 29
PUNTO DE EQUILIBRIO**



Fuente: Cuadro de datos
Elaborado por: Aguilar Rizzo Carlos Arturo

El valor del punto de intersección, es lo que representa el punto de equilibrio, el mismo que confirma que cuando se producen 859 unidades en adelante se empezará a recuperar la inversión.

Debido a que se recupera la inversión cuando se haya producido el 32,5% de la producción anual programada, entonces, quiere decir que la empresa obtendrá utilidades por la venta del 67,5% de dicha producción, lo que significa que de cada 100 productos que se manufacturen, 33 representan costos y en 67 se percibirán ganancias.

3.12 Estado de Pérdidas y Ganancias

Éste es uno de los estados financieros de mayor importancia para determinar la situación financiera de la futura empresa y poder evaluar la inversión del proyecto.

Se deben analizar los ingresos y los costos que representan a los egresos; tales como son los costos administrativos, costos financieros, costos de ventas y los costos de producción.

Todos estos costos de gran importancia servirán de base para el desarrollo de este rubro.

En la siguiente tabla se detalla el estado de pérdidas y ganancias en donde se consideran los siguientes rubros: Inversión fija, capital de operaciones y la amortización del préstamo.

Teniendo como base los años comprendidos entre el 2016 y el 2025 que van a ser sometidos a este análisis con la finalidad de obtener una visión más amplia y clara de este estado financiero muy importante para el desarrollo del presente proyecto.

TABLA N° 38
ESTADO DE PÉRDIDAS Y GANANCIAS

Descripción	AÑOS									
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Ingresos por ventas	\$ 403.579,31	\$ 418.866,40	\$ 434.153,50	\$ 449.440,59	\$ 464.727,69	\$ 480.014,78	\$ 495.301,88	\$ 510.588,97	\$ 525.876,07	\$ 541.163,16
(-) Costos de producción	\$ 258.148,90	\$ 265.893,37	\$ 273.870,17	\$ 282.086,28	\$ 290.548,86	\$ 299.265,33	\$ 308.243,29	\$ 317.490,59	\$ 327.015,31	\$ 336.825,77
(-) Materiales Directos	\$ 183.154,54	\$ 188.649,18	\$ 194.308,65	\$ 200.137,91	\$ 206.142,05	\$ 212.326,31	\$ 218.696,10	\$ 225.256,98	\$ 232.014,69	\$ 238.975,13
(-) Mano de Obra directa	\$ 22.058,45	\$ 22.720,20	\$ 23.401,81	\$ 24.103,86	\$ 24.826,98	\$ 25.571,79	\$ 26.338,94	\$ 27.129,11	\$ 27.942,98	\$ 28.781,27
(-) Carga Fabril	\$ 52.935,91	\$ 54.523,99	\$ 56.159,71	\$ 57.844,50	\$ 59.579,84	\$ 61.367,23	\$ 63.208,25	\$ 65.104,50	\$ 67.057,63	\$ 69.069,36
Utilidad Bruta	\$ 145.430,41	\$ 152.973,03	\$ 160.283,33	\$ 167.354,32	\$ 174.178,83	\$ 180.749,45	\$ 187.058,59	\$ 193.098,39	\$ 198.860,76	\$ 204.337,40
Margen Bruto	36,04%	36,52%	36,92%	37,24%	37,48%	37,65%	37,77%	37,82%	37,82%	37,76%
(-) Costos Administrativos	\$ 26.428,62	\$ 26.428,62	\$ 26.428,62	\$ 26.428,62	\$ 26.428,62	\$ 26.428,62	\$ 26.429,62	\$ 26.430,62	\$ 26.431,62	\$ 26.432,62
(-) Costos de Ventas	\$ 8.324,69	\$ 8.574,43	\$ 8.831,67	\$ 9.096,62	\$ 9.369,51	\$ 9.650,60	\$ 9.940,12	\$ 10.238,32	\$ 10.545,47	\$ 10.861,83
Utilidad Operativa	\$ 110.677,09	\$ 117.969,98	\$ 125.023,04	\$ 131.829,08	\$ 138.380,69	\$ 144.670,23	\$ 150.688,85	\$ 156.429,44	\$ 161.883,67	\$ 167.042,94
Margen Operativo	27,42%	28,16%	28,80%	29,33%	29,78%	30,14%	30,42%	30,64%	30,78%	30,87%
(-) Costos Financieros	\$ 29.961,23	\$ 19.435,22	\$ 7.816,48							
Utilidad Líquida	\$ 80.715,86	\$ 98.534,75	\$ 117.206,56	\$ 131.829,08	\$ 138.380,69	\$ 144.670,23	\$ 150.688,85	\$ 156.429,44	\$ 161.883,67	\$ 167.042,94
Margen Neto	20,00%	23,52%	27,00%	29,33%	29,78%	30,14%	30,42%	30,64%	30,78%	30,87%
(-) Participación de trabajadores (15%)	\$ 12.107,38	\$ 14.780,21	\$ 17.580,98	\$ 19.774,36	\$ 20.757,10	\$ 21.700,53	\$ 22.603,33	\$ 23.464,42	\$ 24.282,55	\$ 25.056,44
Utilidad antes de impuestos	\$ 68.608,48	\$ 83.754,54	\$ 99.625,57	\$ 112.054,72	\$ 117.623,58	\$ 122.969,70	\$ 128.085,52	\$ 132.965,02	\$ 137.601,12	\$ 141.986,50
Margen antes de impuestos	17,00%	20,00%	22,95%	24,93%	25,31%	25,62%	25,86%	26,04%	26,17%	26,24%
(-) Impuesto a la renta (25%)	\$ 17.152,12	\$ 20.938,64	\$ 24.906,39	\$ 28.013,68	\$ 29.405,90	\$ 30.742,42	\$ 32.021,38	\$ 33.241,26	\$ 34.400,28	\$ 35.496,62
Utilidad a distribuir	\$ 51.456,36	\$ 62.815,91	\$ 74.719,18	\$ 84.041,04	\$ 88.217,69	\$ 92.227,27	\$ 96.064,14	\$ 99.723,77	\$ 103.200,84	\$ 106.489,87
Margen a distribuir	12,75%	15,00%	17,21%	18,70%	18,98%	19,21%	19,40%	19,53%	19,62%	19,68%

Fuente: Cuadro de datos
Elaborado por: Aguilar Rizzo Carlos Arturo

Los siguientes márgenes de utilidad son utilizados para determinar estado de pérdidas y Ganancias:

1. Margen de Utilidad Bruta = 36,04%
2. Margen de Utilidad Operacional = 27.69%
3. Margen de Utilidad Neta = 20,00%

El margen neto correspondiente al año 2016 será de 20,00%, valor que proyecta incrementar en el segundo año hasta 23,52%, y asciende aceleradamente hasta alcanzar un 29,33% en el cuarto año, esto es a un mediano plazo.

Al observar estos márgenes netos de utilidad se pone de manifiesto la factibilidad económica del presente Trabajo de Titulación.

3.13 Flujo de Caja o Balance Económico

En este estado financiero, al igual que el estado de pérdidas y ganancias también se consideran los ingresos y los costos, para determinar las utilidades de la empresa, con la diferencia que no se toman en cuenta las depreciaciones, porque no es efectivo entrante ni saliente.

A partir de este estado financiero se desarrolla el cálculo de la Tasa Interna de Retorno o también conocida como TIR por sus abreviaturas y también se calcula el Valor Actual Neto o VAN.

Para el desarrollo de este flujo se considerará una tasa de descuento del 10% anual, basada en la tasa máxima convencional utilizada para amortizar el crédito requerido para el financiamiento de la inversión.

TABLA Nº 39
BALANCE ECONÓMICO DE FLUJO DE CAJA

Descripción	AÑOS					
	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Ingresos por ventas (a)		\$ 403.579,31	\$ 418.866,40	\$ 434.153,50	\$ 449.440,59	\$ 464.727,69
Inversión Inicial (b)	-\$ 103.950,56					
Inventario mensual (capital oper.)(c)	-\$ 24.408,52					
Costos de producción (d)		\$ 258.148,90	\$ 265.893,37	\$ 273.870,17	\$ 282.086,28	\$ 290.548,86
Costos Administrativos y Ventas (e)		\$ 34.753,32	\$ 35.003,06	\$ 35.260,29	\$ 35.525,24	\$ 35.798,14
Costos Financieros (intereses) (f)		\$ 29.961,23	\$ 19.435,22	\$ 7.816,48	\$ 0,00	\$ 0,00
Participación de trabajadores (g)		\$ 12.107,38	\$ 14.780,21	\$ 17.580,98	\$ 19.774,36	\$ 20.757,10
Impuesto a la renta (h)		\$ 17.152,12	\$ 20.938,64	\$ 24.906,39	\$ 28.013,68	\$ 29.405,90
Costos de operación anuales		\$ 352.122,95	\$ 356.050,50	\$ 359.434,32	\$ 365.399,56	\$ 376.510,00
Utilidad a distribuir (j)		\$ 51.456,36	\$ 62.815,91	\$ 74.719,18	\$ 84.041,04	\$ 88.217,69
Re adición de depreciación (k)		\$ 6.604,41	\$ 6.604,41	\$ 6.604,41	\$ 6.604,41	\$ 6.604,41
Flujo de caja (l) = b+c; (l) = (j)+(k)	-\$ 128.359,07	\$ 58.060,77	\$ 69.420,32	\$ 81.323,59	\$ 90.645,45	\$ 94.822,10

Fuente: Cuadro de datos

Elaborado por: Aguilar Rizzo Carlos Arturo

En la anterior tabla se puede apreciar los siguientes flujos de caja: \$58.060,77 para el primer año; 69.420,32 para el segundo año; 81.323,59 en el tercer año, los cuales incentivan la factibilidad del proyecto, ya que en el segundo año, se logra superar la totalidad de la inversión inicial requerida, lo que significa que dicha inversión tiene una recuperación a corto plazo.

3.14 Determinación de la Tasa Interna de Retorno

Con esta herramienta financiera es posible evaluar la rentabilidad del proyecto. La tasa interna de retorno equivale a la tasa de interés producida por un proyecto de inversión con pagos (valores negativos) e ingresos (valores positivos) que ocurren en periodos regulares.

Por medio de este indicador financiero se podrá conocer en qué momento se recupera la inversión, y una vez implementado el proyecto se conocerá el porcentaje de interés de ganancia que se obtenga con el mismo.

Si la Tasa Interna de Retorno obtenida, es mayor que la tasa de descuento con que se compara la inversión, que es del 10% anual, entonces se ratificará la factibilidad económica de la inversión.

En la obtención de la Tasa Interna de Retorno se utilizará la siguiente ecuación financiera:

$$P = \frac{F}{(1+i)^n}$$

1. P es el valor de la inversión inicial.
2. F son los flujos de caja anuales.
3. i es la Tasa Interna de Retorno (TIR), que se desea comprobar 48%.

4. n es el número de años.

Para tal efecto, se expone en la siguiente tabla la obtención de la Tasa Interna de Retorno (TIR).

TABLA N° 40
PUNTO DE EQUILIBRIO

AÑO	N	P	F	I	Ecuación	p
2015	0	\$ 128.359,07				
2016	1		\$ 58.061	47,95%	$P=F/(1+i)^n$	\$ 39.242,89
2017	2		\$ 69.420	47,95%	$P=F/(1+i)^n$	\$ 31.713,42
2018	3		\$ 81.324	47,95%	$P=F/(1+i)^n$	\$ 25.110,26
2019	4		\$ 90.645	47,95%	$P=F/(1+i)^n$	\$ 18.917,29
2020	5		\$ 94.822	47,95%	$P=F/(1+i)^n$	\$ 13.375,21
TOTAL						\$ 128.359,07

Fuente: Flujo de caja

Elaborado por: Aguilar Rizzo Carlos Arturo

Mediante la siguiente ecuación se puede comprobar si la tasa interna de retorno obtenida por medio de la función financiera de Excel es la correcta:

$$\text{Inversión inicial} = \sum \text{Valores de } P$$

$$\$128.359,07 = 39.242,89 + 31.713,42 + 25.110,26 + 18.917,29 + 13.375,21$$

$$\mathbf{\$128.359,07 = \$128.359,07}$$

Se pudo comprobar que la Tasa Interna de Retorno del 47,95% produjo la igualdad en la ecuación, esto es, que los valores sumados de P en la ecuación financiera, sean igual a la inversión inicial, por tal razón se determina que este indicador económico es el correcto.

Por lo anterior se puede determinar que el presente proyecto es factible ya que la tasa interna de retorno que es del 47,95%, supera y en

gran medida a la tasa de descuento del préstamo que equivale al 10%, la cual fue tomada como base para comprobar la viabilidad de la inversión en el presente proyecto.

3.15 Determinación del Valor Actual Neto.

Este indicador financiero nos permite medir los flujos de los futuros ingresos y egresos que tendrá el proyecto.

Con lo anterior podemos determinar, luego de descontar la inversión inicial, cuánto quedará de ganancia.

También servirá para poner en evidencia la conveniencia o no del proyecto, si el valor actual neto (VAN) supera a la inversión inicial requerida, de ser así estaríamos ante el escenario de factibilidad del proyecto.

Par el desarrollo del Valor Actual Neto, al igual que para la determinación de la Tasa Interna de Retorno (TIR), se utilizará la siguiente ecuación financiera:

$$P = \frac{F}{(1+i)^n}$$

1. P es el valor de la inversión inicial.
2. F son los flujos de caja anuales.
3. i es la tasa de descuento de la inversión establecida en un 10,00%.
4. n es el número de años.

Con la formula anterior se pudo hacer la proyección necesaria para la elaboración de la siguiente tabla en la que se determina el Valor Actual Neto (VAN):

TABLA N° 41
CÁLCULO DEL VALOR ACTUAL NETO

AÑO	N	P	F	I	Ecuación	p	Acumulado
2015	0	\$ 128.359,07					
2016	1		\$ 58.061	10,00%	$P=F/(1+i)^n$	\$ 52.782,52	\$ 52.782,52
2017	2		\$ 69.420	10,00%	$P=F/(1+i)^n$	\$ 57.372,16	\$ 110.154,68
2018	3		\$ 81.324	10,00%	$P=F/(1+i)^n$	\$ 61.099,62	\$ 171.254,30
2019	4		\$ 90.645	10,00%	$P=F/(1+i)^n$	\$ 61.912,06	\$ 233.166,36
2020	5		\$ 94.822	10,00%	$P=F/(1+i)^n$	\$ 58.877,06	\$ 292.043,42

Fuente: Flujo de caja

Elaborado por: Aguilar Rizzo Carlos Arturo

El Valor Actual Neto fue calculado en \$292.043,42, valor que supera la cifra de la inversión inicial que corresponde a \$128.359,07, por lo que se determina la factibilidad de la inversión.

En la tabla anterior también se puede observar que el tiempo de recuperación de la inversión va a ser menor a 3 años, ya que en el 2018 se tiene un P (inversión inicial) acumulado de \$171.254,30, que superar la inversión inicial del proyecto de \$128.359,07.

3.16 Índice Beneficio / Costo.

El coeficiente beneficio / costo, no es más que la relación entre el ingreso neto que genera el proyecto y los costos totales necesarios para su ejecución, tal y como se aprecia en la siguiente igualdad:

$$\text{Coeficiente beneficio / costo} = \frac{\text{Ingresos}}{\text{Costo Total}}$$

$$\text{Coeficiente beneficio / costo} = \frac{\$403.579,31}{\$322.863,45}$$

Coeficiente beneficio / costo = 1,25 (25%)

En el coeficiente beneficio / costo se evidencia que por cada dólar invertido, se generarán \$1.25 de ingresos, es decir, 25% de beneficios, con lo que se pone de manifiesto la factibilidad del proyecto.

3.17 Cronograma de implementación del proyecto.

A continuación se detalla la tabla N° 39, en la que se puede observar el cronograma de inversiones, para lo cual se presenta cómo se va a utilizar el dinero, desde la compra del terreno hasta la fase en que inician las actividades de la empresa.

TABLA N° 42
CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN

Descripción	Meses				
	ene-16	feb-16	mar-16	abr-16	Total
Compra de Terreno	\$ 14.000,00				\$ 14.000,00
Construcción		\$ 70.285,00			\$ 70.285,00
Maquinaria y equipos		\$ 9.395,46			\$ 9.395,46
Otros Activos			\$ 3.303,70		\$ 3.303,70
Muebles y equipos de oficina				\$ 6.966,40	\$ 6.966,40
Capital de trabajo				\$ 292.902,22	\$ 292.902,22
Total	\$ 14.000,00	\$ 79.680,46	\$ 3.303,70	\$ 299.868,62	\$ 396.852,77
Financiamiento					
Capital propio	\$ 14.000,00	\$ 46.000,00			\$ 60.000,00
Capital Financiado		\$ 33.680,46	\$ 3.303,70	\$ 299.868,62	\$ 336.852,77
Total	\$ 14.000,00	\$ 79.680,46	\$ 3.303,70	\$ 299.868,62	\$ 396.852,77

Fuente: Flujo de caja

Elaborado por: Aguilar Rizzo Carlos Arturo

Como se puede observar en la tabla anterior la implementación del proyecto se la plantea realizar en un periodo de cuatro meses. Siendo en

el último mes, esto es, abril del 2016 en el que se programa el inicio de las actividades productivas de la empresa y por consiguiente la utilización del capital de trabajo, cuyo valor es de \$292.902,22, el mismo que se utilizará durante el primer año de actividad de la empresa.

En la tabla anterior también se detalla el financiamiento del proyecto, en el que se detalla las inversiones tanto del capital propio que corresponden a \$60.000,00 como el capital financiado que representan \$336.852,77.

3.18 Conclusiones y Recomendaciones

3.18.1 Conclusiones

A lo largo de este trabajo de titulación se han expuesto el procedimiento y los pasos necesarios para realizar el cálculo y diseño de un generador eléctrico con imanes permanentes. Como se pudo observar, teniendo las herramientas y equipos necesarios, la fabricación del generador no es complicada, se trata más bien de ser aplicados al momento de la elaboración de cada uno de sus componentes.

Como se puede observar en el gráfico N° 27 las potencias obtenidas a la salida del generador no son muy elevadas, lo cual depende en gran medida del tipo de transmisión mecánica que se le provea o adapte para el giro del rotor, por lo que este diseño no es adecuado para la generación de energía en grandes cantidades. Su uso es aplicable a la generación aislada de electricidad para consumo independiente de la red.

El total de la inversión requerida para el proyecto asciende a la cantidad de \$396.852,77, de los cuales el 32% corresponde a la inversión fija (\$103.950,56) y el 68% restante a la variable de capital de operación (\$292.902,22).

El 85% de la inversión será financiado mediante un crédito bancario, a una tasa de interés del 10%, generando un costo financiero de \$23.417,39 en el primer año del proyecto.

También se pudo determinar la factibilidad del proyecto gracias a los valores arrojados por los indicadores financieros, los cuales se los resume a continuación: la Tasa Interna de Retorno de la inversión TIR, es del 48%, siendo esta mayor que la tasa de descuento que equivale al 10%; el Valor Actual Neto VAN asciende a la cantidad de \$292.043,42, mayor que la inversión inicial de \$128.359,07; el periodo de recuperación de la inversión es a 3 años; el coeficiente beneficio / costo del proyecto es de 1,25, siendo éste mayor que 1; finalmente se pudo determinar que el margen neto de utilidad en el primer año de ejecución del proyecto es del 20%, calculándose un incremento hasta llegar al 30% en el quinto año.

3.18.2 Recomendaciones

En vista de su baja generación de potencia, se recomienda el ensamble en paralelo de más componentes como estatores y rotores adicionales que permitirán elevar la potencia de salida en los bornes.

Adicionalmente se recomienda el uso de este generador acoplado con sistemas que le transfieran el movimiento necesario para la producción de energía, tales como molinos de viento, automóviles eléctricos, turbinas hidráulicas, etc.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Aerogeneradores.- Son máquinas que utilizan la fuerza del viento para generar un voltaje alterno, mediante el movimiento de una aeroturbina acoplada al rotor del generador eléctrico de imanes permanentes, éste último puede estar ubicado de forma horizontal o vertical.

Coercitividad Intrínseca.- Valor del campo, medido en Oerteds o A/m, que indica la resistencia de un material a la desimanciación. El valor máximo se obtiene tras haber llevado el iman a saturación.

Corriente AC.- Es el flujo de electrones libres a través de un conductor eléctrico, pero en sentido bidireccional, dos direcciones. El cambio de sentido en la circulación, de ella, determina que se la llame AC, es decir Corriente Alterna.

Corriente DC.- se refiere al flujo continuo de carga eléctrica a través de un conductor entre dos puntos de distinto potencial, que no cambia de sentido con el tiempo. A diferencia de la corriente, en la corriente continua las cargas eléctricas circulan siempre en la misma dirección.

Corriente de Foucault.- Corriente parásita también conocida como "corrientes torbellino", es un fenómeno eléctrico descubierto por el físico francés Léon Foucault en 1851. Se produce cuando un conductor atraviesa un campo magnético variable, o viceversa. El movimiento relativo causa una circulación de electrones, o corriente inducida dentro del conductor. Estas corrientes circulares de Foucault crean electroimanes con campos magnéticos que se oponen al efecto del campo magnético aplicado.

Corriente nominal.- Es la corriente normal de trabajo, AC o DC, esta es la que hace funcionar a los consumidores de energía eléctrica.

Corrosión.- Se define como el deterioro de un material a consecuencia de un ataque electroquímico por su entorno. De manera más general, puede entenderse como la tendencia general que tienen los materiales a buscar su forma más estable o de menor energía interna.

Dínamo.- Es un generador de corriente directa, no utiliza rectificadores para obtenerla, en su lugar existe un conmutador mecánico llamado colector. Está compuesto por un estator y un rotor, en el primero se genera un campo magnético, en el segundo una fuerza electromotriz cuando este empieza a girar, el colector está unido a él.

Energía eléctrica.- Se denomina energía eléctrica a la forma de energía que resulta de la existencia de una diferencia de potencial entre dos puntos, lo que permite establecer una corriente eléctrica entre ambos cuando se los pone en contacto por medio de un conductor eléctrico.

Energía cinética.- Es la capacidad para realizar un trabajo cuando un cuerpo libre se mueve con una velocidad.

Energía eólica.- Es una energía alternativa y renovable, no contaminante; hace uso de la fuerza del viento para aspas y aeroturbinas. Esta es propuesta por los movimientos ecologistas como sustituto de las energías contaminantes.

Energía hidráulica.- Se denomina energía hidráulica, energía hídrica o hidroenergía a aquella que se obtiene del aprovechamiento de las energías cinética y potencial de la corriente del agua, saltos de agua o mareas. Es un tipo de energía verde cuando su impacto ambiental es mínimo y usa la fuerza hídrica sin represarla; en caso contrario, es considerada solo una forma de energía renovable.

Estator.- Para un generador eléctrico de imanes permanentes es el conjunto mecánico formado por bobinas de alambre esmaltado, de cobre, las que están sujetas sobre discos de material aislante o son recubiertas con fibra de vidrio. En él se genera un voltaje alterno debido al movimiento del rotor.

Intrincado.- Se aplica al asunto que es complicado o confuso.

Magnetización.- polarización magnética que es un campo vectorial y se denota como M . De los ingenieros y físicos percibirla como la cantidad de momento magnético por unidad de volumen. Muestra la densidad de momentos de dipolo magnético permanente o inducidos en sustancias magnéticas.

Mercado meta.- Conjunto de consumidores con necesidades o características comunes que la empresa se propone atender.

Neodimio.- Es una aleación para imanes permanentes, la que consiste en neodimio, hierro y boro, lo que le da la propiedad al imán de ser seis veces superior a los imanes de ferrita.

Potencia eléctrica.- En un generador eléctrico de imanes permanentes esto se traduce a la fuerza electromagnética (f.e.m.) generada por la intensidad de corriente que suministra al consumidor. Su unidad de medida es el vatio.

Rebobinado eléctrico.- Es la técnica para restaurar una bobina de alambre esmaltado de cobre. Consiste en elaborar, en un molde, la bobina mediante la sustitución de las espiras o vueltas con un nuevo alambre, de igual diámetro o aproximado.

Red eléctrica.- Recibe este nombre el conjunto de postes, tendido eléctrico o subterráneo de cables de alta, media o baja tensión (voltaje

eléctrico), transformadores monofásicos y trifásicos, acometidas domiciliarias, industriales, bancos de medidores. Esta red comienza en la central que genera la electricidad y termina en el usuario final (empresas, industrias, domicilios).

Resistencia interna.- Es la menor o mayor oposición que presenta el devanado o bobinado, de un motor o generador eléctrico de corriente continua o alterna, al paso de dicha corriente.

Rotor.- Es el conjunto mecánico, móvil, formado por un grupo de imanes permanentes sujetos a discos de material ferroso, en él se genera un campo magnético (conjunto de líneas de fuerzas magnéticas que circulan del polo norte al polo sur en cada imán).

Tierras raras.- Es el nombre común de 17 elementos químicos: escandio, itrio y los 15 elementos del grupo de los lantánidos (lantano, cerio, praseodimio, neodimio, prometio, samario, europio, gadolinio, terbio, disprosio, holmio, erbio, tulio, iterbio y lutecio). Aunque el nombre de «tierras raras» podría llevar a la conclusión de que se trata de elementos escasos en la corteza terrestre, esto no es así, elementos como el cerio, el itrio y el neodimio son más abundantes.

ANEXOS

ANEXO Nº 1 PROYECTOS DE GENERACIÓN ELÉCTRICA



Ministerio
de Electricidad y
Energía Renovable

Proyectos de Generación Eléctrica

		
<p>Coca Codo Sinclair</p>	<p>Delsitanisagua</p>	<p>Manduriacu</p>
		
<p>Mazar Dudas</p>	<p>Minas San Francisco</p>	<p>Quijos</p>
		
<p>Sopladora</p>	<p>Toachi Pilotón</p>	<p>Villonaco</p>

Fuente: Ministerio de Electricidad y Energía Renovable
Elaborado por: Aguilar Rizzo Carlos Arturo

ANEXO Nº 2
ESTABLECIMIENTOS ECONÓMICOS DE GUAYAQUIL

Guayas: Establecimientos económicos censados por sector de Manufactura, Comercio, Servicio.				
PROVINCIA DEL GUAYAS	ESTABLECIMIENTOS ECONÓMICOS CENSADOS POR SECTOR			
	TOTAL	Manufactura	Comercio	Servicio
TOTAL PROVINCIA	117447	9353	67565	40326
Guayaquil	87206	6994	50083	30003
Alfredo Baquerizo Moreno	408	25	210	173
Balao	340	20	207	112
Balzar	1180	115	729	335
Colimes	321	32	172	115
Daule	2155	155	1245	753
Durán	6874	603	4067	2197
El Empalme	1495	140	895	457
El Triunfo	1459	111	859	484
Milagro	4954	387	2859	1706
Naranjal	1468	115	824	507
Naranjito	1073	78	662	335
Palestina	420	31	277	112
Pedro Carbo	1088	60	696	330
Samborondón	1466	80	798	570
Santa Lucía	480	36	269	175
Salitre	551	47	316	183
San Jacinto Yaguachi	988	62	561	365
Playas	1484	100	745	637
Simón Bolívar	165	9	94	60
Coronel Marcelino Maridueña	317	31	142	143
Lomas de Sargentillo	522	59	272	189
Nobol	416	21	239	155
Bucay	431	28	241	161
Isidro Ayora	186	14	103	69

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
Elaborado por: Aguilar Rizzo Carlos Arturo

ANEXO N° 3
FACTURA DE IMANES DE NEODIMIO



宁波迪麦格磁电科技有限公司
Dailymag Magnetic Technology (Ningbo) Limited

Address: 15F, No. 777, Zhongguan West Road, Zhenhai, Ningbo 315201, China

Tel: 0086-574-27721335 Fax: 0086-574-27721337

INVOICE

INV NO: DMG

DATE: JANUARY 31, 2013

MESSRS: CARLOS AGUILAR R.

ADDRESS: KM. 8 VÍA A DAULE - COOP. PANCHO JÁCOME MZ. 257 V.1 GUAYAQUIL -
ECUADOR

TEL: 042-261947

FROM: NINGBO

TO: ECUADOR BY EXPRESS

SHIPPING MARK	DESCRIPTION OF GOODS	QTY KGS	UNIT PRICE USD	AMOUNT USD
	IRON PIECES	1CTN	USD100.00	USD100.00
TOTAL:		1CTN		USD100.00

宁波迪麦格磁电科技有限公司
Dailymag Magnetic Technology (Ningbo) Limited

陈子信

Fuente: Factura Emitida por proveedor de Imanes (Ningbo)
Elaborado por: Aguilar Rizzo Carlos Arturo

ANEXO Nº 4

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO

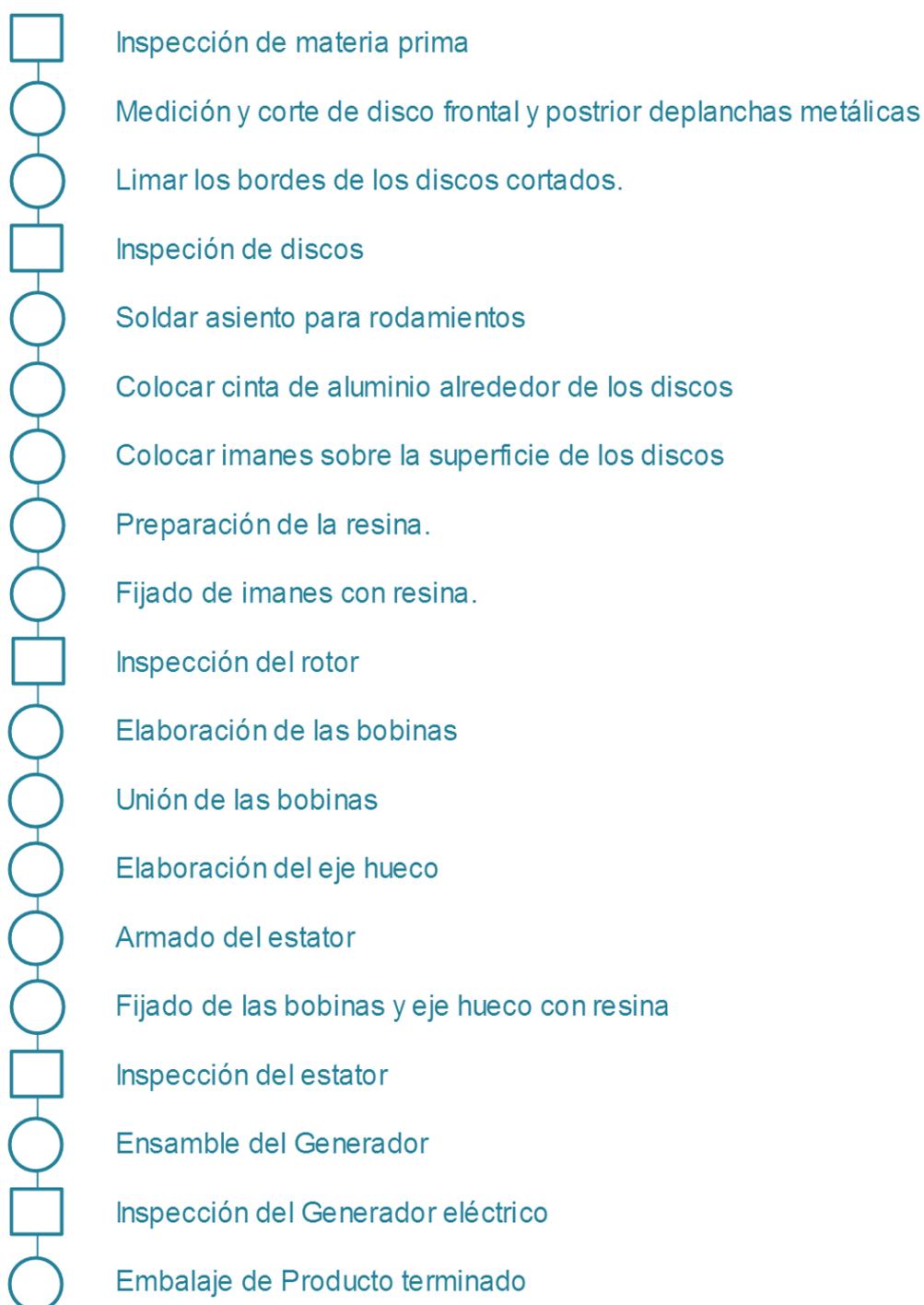
Estudio Nº: 001		Hoja de Resumen				
<input type="checkbox"/> Obrero <input type="checkbox"/> Pieza <input type="checkbox"/> Documento		Actividad	Actual	Propuesto	Económico	
		Operación	14			
Trabajo estudiado: Fabricación de Generador		Inspección	5			
Proyecto: Generador Electrico de Imanes Perm.		Transporte	4			
Elaborado por: Carlos Aguilar		Demora	2			
Aprobado por: Carlos Aguilar		Almacén	2			
Empezado en: Almacen de M.P.		Distancia m.	31			
Terminado en: P.T. Hora:		Tiempo min.	1805			
Artículo: Generador Eléctrico de Imanes Perm.		Epezado en:				
N° de Hombres:		Terminado en:				

Nº.	Descripción	Dist. mt.	Obre. Se.	T.O. min.	○	□	⇒	D	▽	Observación
1	Almacenamiento de Materia prima (ver tabla de materiales directos)			0						Comienza en Bodega de MP
2	Transporte de materia prima	10		8						
3	Inspección de materia prima			10						
4	Medición y corte de disco frontal y posterior de planchas metálicas			50						
5	Limar los bordes de los discos cortados.			15						
6	Inspección de discos			10						
7	Soldar asiento para rodamientos			15						
8	Colocar cinta de aluminio alrededor de los discos			5						
9	Colocar imanes sobre la superficie de los discos			15						
10	Preparación de la resina.			20						
11	Traslado de la resina.	6		5						
12	Fijado de imanes con resina.			10						
13	Secado de la resina.			720						
14	Inspección del rotor			10						
15	Elaboración de las bobinas			60						
16	Unión de las bobinas			10						
17	Elaboración del eje hueco			30						
18	Armado del estator			15						
19	Fijado de las bobinas y eje hueco con resina			10						
20	Secado de la resina.			720						
21	Inspección del estator			10						
22	Ensamble del Generador			15						
23	Inspección de l Generador eléctrico			10						
24	Transporte al área de embalaje	7		10						
25	Embalaje de Producto terminado			12						
26	Transporte a la bodega de producto terminado	8		10						
27	Almacenamiento en bodega de P.T.			0						Fin de proceso
Total			31	1805	14	5	4	2	2	

Fuente: Propia
 Elaborado por: Aguilar Rizzo Carlos Arturo

ANEXO N° 5

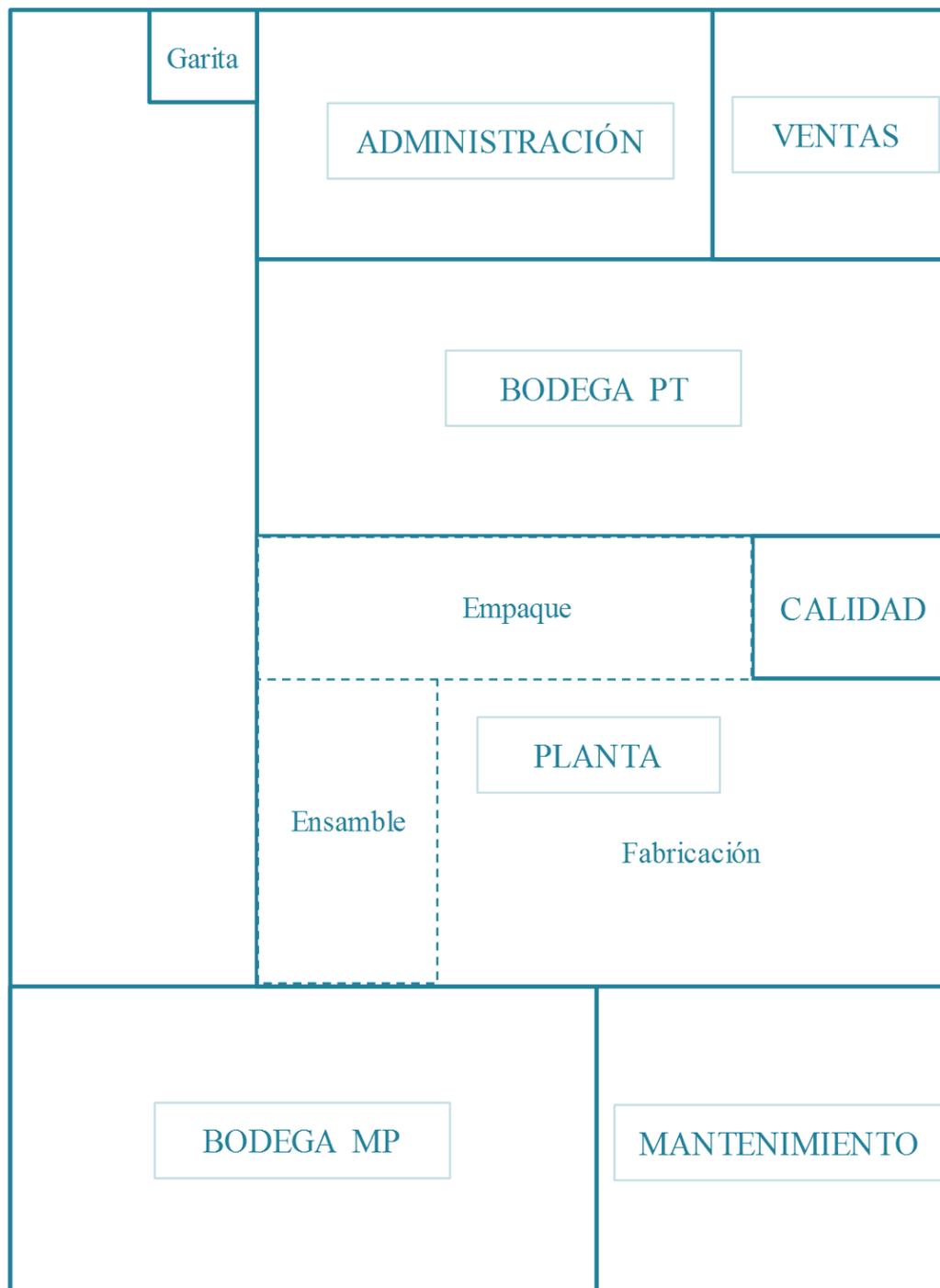
DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO



Fuente: Propia

Elaborado por: Aguilar Rizzo Carlos Arturo

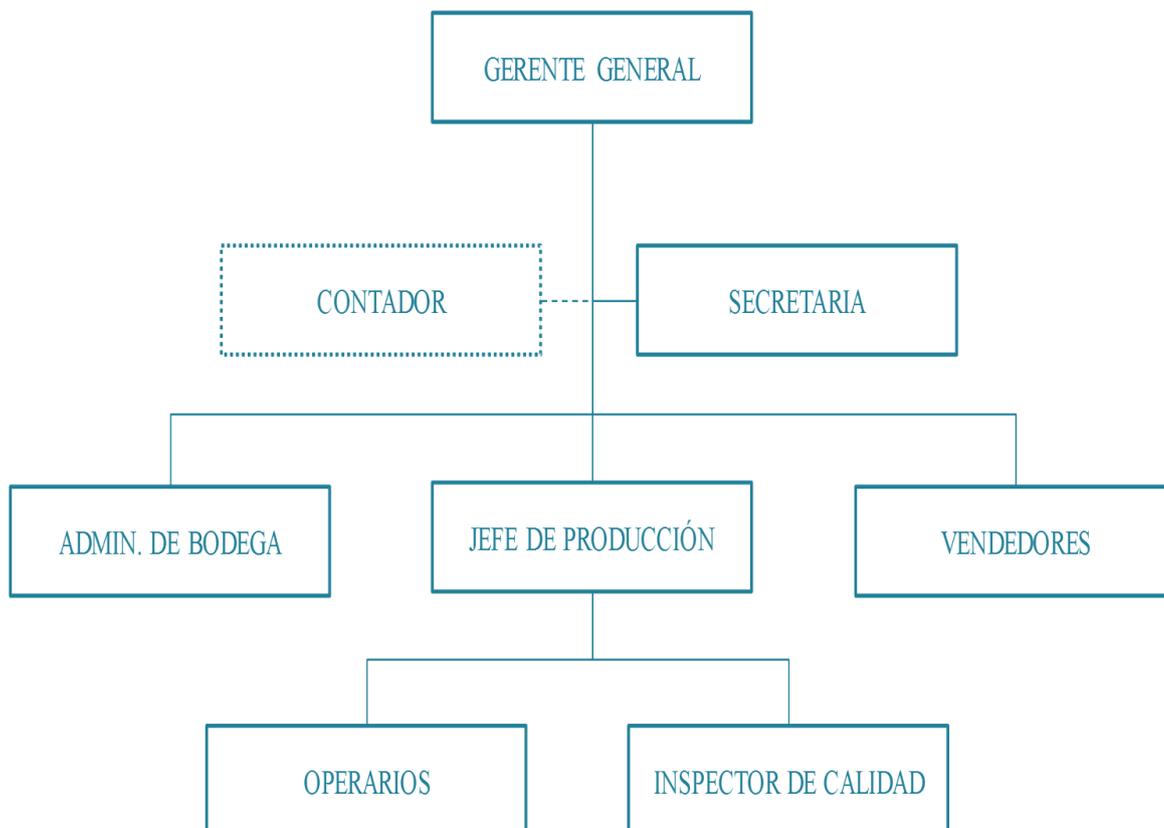
ANEXO Nº 6
DIAGRAMA DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA



Fuente: Propia

Elaborado por: Aguilar Rizzo Carlos Arturo

ANEXO N° 7 ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA



Fuente: Propia
Elaborado por: Aguilar Rizzo Carlos Arturo

BIBLIOGRAFÍA

Chiroque José, C. D. (s.f.). Microaerogenerador IT-PE-100. (S. Prácticas, Editor) Recuperado el 16 de Nov. de 2014, de <http://books.google.es/books?id=DZOfRfrDT6YC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>

INEC. (s.f.). Recuperado el 2 de Feb. de 2015, de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-nacional-economico/>

Lorentz, H. (s.f.). Funcionamiento de un generador de imanes permanentes aplicando la fórmula de Lorentz. Recuperado el 8 de Oct. de 2014, de <http://www.uv.es/~navasqui/aero/Fungenper.pdf>

Microaerogenerador IT-PE-100 Recuperado el 6 de feb. de 2015
de:<http://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=DZOfRfrDT6YC&oi=fnd&pg=PA5&dq=Dise%C3%B1o+y+construcci%C3%B3n+de+un+generador+el%C3%A9ctrico+de+imanes+permanentes+para+un+sistema+de+energ%C3>

Ministerio de Electricidad y Energía Renovable. (s.f.). Recuperado el 09 de Feb. de 2015, de <http://www.energia.gob.ec/proyectos-emblematicos-2/>

Obeki. (s.f.). Generador de Imanes Permanentes. Recuperado el 18 de Nov. de 2014, de <http://www.obeki.com/productos/Generadores%20de%20Imanes%20Permanentes.pdf>

SANTOS, J. (2003). Diseño y construcción de un generador eléctrico de imanes permanentes para un sistema de energía eólica. Universidad de Los Andes.