

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA



**DISEÑO DE UN MOTOR MAGNÉTICO PARA LA GENERACIÓN DE
ENERGÍA MECÁNICA, CON POSTERIOR TRANSFORMACIÓN A
ENERGÍA ELÉCTRICA, CONECTADO A LAS BATERÍAS DEL
AUTO ELÉCTRICO I-MIEV DE MITSUBISHI MEJORANDO ASÍ SU
AUTONOMÍA**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO**

AUTOR

JHON BRAYAN SANCHEZ ARBAIZA

ASESOR

LUCIO ANTONIO LLONTOPE MENDOZA

<https://orcid.org/0000-0002-2561-0126>

Chiclayo, 2020

**DISEÑO DE UN MOTOR MAGNÉTICO PARA LA
GENERACIÓN DE ENERGÍA MECÁNICA, CON
POSTERIOR TRANSFORMACIÓN A ENERGÍA
ELÉCTRICA, CONECTADO A LAS BATERÍAS DEL AUTO
ELÉCTRICO I-MIEV DE MITSUBISHI MEJORANDO ASÍ
SU AUTONOMÍA**

PRESENTADA POR:

JHON BRAYAN SANCHEZ ARBAIZA

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO

APROBADA POR:

Alexander Querevalú Morante

PRESIDENTE

Luis Alberto Gonzales Bazán

SECRETARIO

Lucio Antonio Llontop Mendoza

ASESOR

Esta investigación está dedicada a mi madre por guiarme en el camino del conocimiento, y pese a los obstáculos que le puso la vida, jamás me dejó caer, aquello me permitió llegar hasta donde estoy, la vida me llenó de contratiempos, pero ella iluminó el sendero por el que estoy pasando actualmente.

A mi padre y mi tío por el apoyo incondicional, por estar ahí cuando más los necesitaba por ayudarme a levantarme cuando parecía estar perdido, porque tras la tormenta de obstáculos que pasaron por mi vida, ellos jamás mencionaron una de mis debilidades y en su lugar alentaban mis virtudes.

A dos docentes universitarios en especial uno me dijo que si me proponía podría terminar mi carrera en 2 años luego de algunas caídas, otro me dijo que haga lo que haga la terminaría en 3, uno me alentó con fe y confianza en mí, el otro me alentó con coraje y rabia interior, culminando así mis estudios en 2 años con mucho esfuerzo y dedicación.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN	12
1.1.	Justificación	13
1.2.	Objetivo	14
1.2.1.	Objetivos generales	14
1.2.2.	Objetivo específico	14
II.	MARCO TEÓRICO	15
2.1.	ESTADO DEL ARTE.....	15
2.1.1.	Antecedentes	16
2.1.2.	Consumo de petróleo en el Perú	19
2.1.3.	Evaluación de ángulos, fuerzas y torque.....	26
2.2.	BASES TEÓRICO CIENTÍFICAS	27
2.2.1.	Propiedad de los imanes.....	27
2.2.2.	Energía Magnética	29
2.2.3.	Magnetismo.....	30
2.2.4.	Remanencia magnética	30
2.2.5.	Propiedades físicas del imán neodimio	31
2.2.6.	Plásticos con alta densidad mecánica	33
2.2.7.	Volumen de una materia	41
2.2.8.	Primera ley de newton	44
2.2.9.	Segunda ley de newton	44
2.2.10.	Torque en un cuerpo solido.....	45
2.2.11.	Fuerza centrípeta.....	46
2.2.12.	Campo magnético.....	47
2.2.13.	Momento magnético	48
2.2.14.	Magnetostática.....	49

2.2.15.	Fuerza de tracción de un imán permanente	50
2.2.16.	Fuerza entre dos polos magnéticos	50
2.2.17.	Densidad de flujo o campo magnético de un imán.....	51
2.2.18.	Fuerza entre dos imanes de barras paralelepípedos	51
2.2.19.	Fuerza entre dos imanes cilíndricos idénticos	52
2.2.20.	Fuerza entre dos superficies.....	52
III.	DISEÑO	54
3.1.	Fases del proceso de diseño	54
3.2.	Dimensionamiento del generador.....	55
3.2.1.	Selección del alternador	55
3.2.2.	Potencia ideal	57
3.2.3.	Autonomía mejorada con el acoplamiento del sistema	58
3.3.	METODOLOGÍA.....	60
3.3.1.	Ángulos de inclinación.....	60
3.3.2.	Dimensiones del imán	65
3.4.	DISEÑO CONCEPTUAL DE ELEMENTOS	66
3.4.1.	Diseño del estator 1.....	66
3.4.2.	Diseño del rotor	69
3.4.3.	Diseño del estator 2.....	74
3.4.4.	Densidad de flujo.....	79
3.4.5.	Densidad de flujo del imán ubicado en el rotor.....	79
3.4.6.	Fuerza de repulsión entre imanes cilíndricos	80
IV.	RESULTADOS	81
4.1.	DISEÑO DEL MOTOR MAGNÉTICO.....	81
4.1.1.	Masa del imán en el rotor.....	81
4.1.2.	Torque en la interacción del rotor estator.....	81

4.1.3.	Interacciones entre imanes	85
4.1.4.	Fuerzas centrípetas.....	89
4.1.5.	Velocidad rotacional	90
4.1.6.	Elevación de velocidad rotacional	91
4.1.7.	Consumo en soles al cargar	92
4.1.8.	Inversión total.....	93
4.1.9.	Análisis de la evaluación económica.....	94
V.	CONCLUSIONES	96
VI.	BIBLIOGRAFÍA.....	97
VII.	ANEXOS	100

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Ensamblaje del motor magnético penderev	18
Figura 2	Diagrama del motor shenge wang	19
Figura 3	Detalle de piezas del motor Shenhe Wang	19
Figura 4	Consumo energético en el Perú	20
Figura 5	Emisiones de carbono por parte del área de transporte.....	23
Figura 6	Imanes de alnico	28
Figura 7	imanes permanentes	30
Figura 8	Imán neodimio NdFeB	31
Figura 9	plástico TECAMID 6 GF20 black.....	34
Figura 10	Plástico TECAMID 66 CF20 black.....	35
Figura 11	Plástico TECAPEI natural.....	36
Figura 12	Plástico TECATRON natural.....	37
Figura 13	TECAPEEK natural	38
Figura 14	TECAPEEK CF30 black.....	39
Figura 15	TECATEC PEEK MT CW50 black	40
Figura 16	Plástico TECASINT 4011 natural.....	41
Figura 17	paralelepípedo.....	42
Figura 18	Cilindro.....	43
Figura 19	Torque con varias fuerzas interactuando.....	46
Figura 20	fuerza que interactúan con un cuerpo	47
Figura 21	Campos magnéticos de polos opuestos	48
Figura 22	Motor magnético con 30 imanes	61
Figura 23	motor magnético con 60 imanes.....	64
Figura 24	Imán del estator 1 con inclinación de 8°	67
Figura 25	Imán de neodimio para el estator principal (Estator 1).....	67
Figura 26	Estator 1 del motor magnético.	68
Figura 27	Estator principal del motor magnético	69
Figura 28	Imán del rotor con inclinación de 11°	70
Figura 29	Imanes del rotor	71
Figura 30	Rotor y estator principal alineados	72
Figura 31	Primera de las dos piezas que conformar el rotor.	73
Figura 32	Primera de las dos piezas que conformar el rotor.	73

Figura 33 Rotor del motor magnético.....	74
Figura 34 Imán del estator secundario (estator 2).....	75
Figura 35 Estator secundario alineado con el rotor y el estator principal	75
Figura 36 Estator secundario del motor magnético.	76
Figura 37 Sistema acoplado de rotación.....	77
Figura 38 Motor magnético ensamblado, diseñado en SolidWorks 3D	77
Figura 39 Vista explosiva del motor magnético.	78
Figura 40 Dos fuerzas de interacción con el rotor	82
Figura 41 Detalle de ángulos de inclinación de las fuerzas con respecto al centro	82
Figura 42 Interacción con el siguiente imán.....	84
Figura 43 Detalle de ángulos de inclinación con una sola fuerza de repulsión	84
Figura 44 Interacción con dos imanes	86
Figura 45 Interacción con un imán.....	86
Figura 46 Bandas de transmisión de potencia y velocidad angular	91

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Modelo del vehículo y consumo por kWh.....	22
Tabla 2 propiedades físicas de los imanes de cerámica	27
Tabla 3 Tipos de materiales con características magnéticas	29
Tabla 4 Tipos de imanes y su remanencia magnética	31
Tabla 5 Propiedades físicas DEL IMAN NEODIMIO	32
Tabla 6 Datos técnicos del automóvil i.MiEV de Mitsubishi	55
Tabla 7 Datos técnicos del generador seleccionado en el catálogo de LINZ ELECTRIC	57
Tabla 8 Análisis de inclinación de los imanes en el estator y rotor	61
Tabla 9 Ángulos de inclinación con respecto al eje “x” del estator y rotor.....	64
Tabla 10 de interacciones en los imanes.....	87

RESUMEN

La dependencia de la energía ya sea fósil o eléctrica siempre ha sido uno de nuestros principales problemas al transportarse, pero también sabemos que el mayor contaminante de la atmosfera y el más comercial es el automóvil, este expulsa dióxido de carbono (CO₂), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO_x) etc. Según la Organización Mundial de la Salud se argumenta que en cada año mueren cerca de 8000 personas de más de 35 años en ciudades europeas por exposición continua en largos plazos a contaminantes procedentes del tráfico, sin mencionar los miles de dólares que gastan para comprar combustible, combustible que cada día es más escaso y más caro, también que es un recurso no renovable, por tal motivo se incentiva a la compra de autos eléctricos con el acoplamiento del motor magnético.

Por otro lado, sabemos que al adquirir un auto eléctrico, seguiremos dependiendo de la energía escasa de las baterías y al igual que con el combustible compraríamos energía en lugares autorizados de carga de autos eléctricos, debido a eso surgió como solución el diseño de un motor magnético para la generación de energía mecánica, aplicado a la industria automovilística.

Este motor magnético nos podrá proveer de energía sin la necesidad de ninguna otra fuente más que la de la energía natural de los imanes con los que será diseñado el motor magnético en los programas AutoCAD y SolidWorks, aumentando así la autonomía del auto eléctrico y solucionado su problema de autonomía, carga remota y ayudando al medio ambiente incentivado a que más personas compren autos eléctricos.

Palabras clave: Motor magnético, Autonomía, auto eléctrico, imanes de neodimio.

ABSTRACT

Dependence on energy, whether fossil or electric, has always been one of our main problems when transported, but we also know that the biggest pollutant in the atmosphere and the most commercial one is the automobile, it expels carbon dioxide (CO₂), monoxide carbon (CO), nitrogen oxides (NO_x) etc. According to the World Health Organization, it is argued that every year around 8,000 people over 35 die in European cities due to long-term exposure to pollutants from traffic, not to mention the thousands of dollars they spend to buy fuel. fuel that every day is scarcer and more expensive, also that it is a non-renewable resource, for this reason the purchase of electric cars is encouraged with the coupling of the magnetic motor.

On the other hand, we know that when buying an electric car, we will continue to depend on the scarce energy of the batteries and as with the fuel we would buy energy in authorized electric car charging places, due to which the design of an engine arose as a solution magnetic for the generation of mechanical energy, applied to the automotive industry.

This magnetic motor can provide us with power without the need of any other source than the natural energy of the magnets with which the magnetic motor will be designed in AutoCAD and SolidWorks programs, thus increasing the autonomy of the electric car and solving its problem of autonomy, remote loading and helping the environment encouraged more people to buy electric cars.

Keywords: Magnetic motor, Autonomy, electric car, neodymium magnets

I. INTRODUCCIÓN

La energía natural de lo que nos rodea ha sido siempre de nuestro provecho así como una central hidroeléctrica o una central nuclear, en este caso aprovecharemos la energía natural de los imanes para que mediante dos estatores y un rotor podamos generar energía mecánica, esto es permitido por la naturaleza de los imanes que se atraen y se repelen por sus fuerzas magnéticas, en la actualidad el imán más potente creado es el imán de neodimio, el que utilizaremos para hallar la fuerza con la que se repelen en una determinada distancia en el vacío y así por medio de un estudio de vectores poder hallar la velocidad de rotación y el torque, datos que podremos utilizar para seleccionar las poleas de transmisión, mismas que elevaran o reducirán la velocidad del rotor en el motor magnético, dependiendo a lo que necesitemos, tomando en cuenta que el torque que este genera el motor magnético no sea inferior al torque que necesita el generador para producir energía eléctrica.

El motor magnético se diseñara con parámetros que le permita generar el mayor torque posible, esto se lograra posicionando los imanes permanente en ángulos donde estos se repelan en su máxima capacidad teniendo en cuenta que no halla rozamiento entre ellos para que no exista la posibilidad de pérdida de energía, luego el motor magnético será acoplado a un generador este transformara la energía mecánica en eléctrica cargando así la baterías del auto eléctrico mejorando su autonomía, el motor magnético no necesitara de una fuente de energía externa más que de la fuerza naturales de los imanes de neodimio, que por sus composiciones físicas y químicas se atraen y se repelen aprovechando esta energía para generar energía mecánica.

1.1. Justificación

- Social

Permitirá una mayor seguridad al realizar viajes largos, debido a su generador acoplado al auto eléctrico, la autonomía mejora un 25%, y si fuera el caso de quedarse sin baterías solo bastaría esperar unas horas en el lugar donde nos encontremos para que se carguen nuevamente y así evitar la preocupación de quedarse varados en un lugar remoto donde no haya energía eléctrica donde cargar las baterías.

- Económico

Se ahorrarán miles de soles en combustible, si ya el solo hecho de utilizar un auto eléctrico es ahorro de energía, utilizar un auto eléctrico con un motor magnético acoplado a al sistema es aún más beneficioso para nuestra economía, debido a su independencia, energéticamente hablando.

- Tecnológico

Se propone la utilización transporte urbano limpio, y debido a su gran campo de aplicaciones podríamos llegar un día a no depender de los residuos fósiles.

- Ambiental

Se propone el uso de energías renovables, reduciendo un 100% de emisiones de carbono, siendo este uno de los principales culpables del calentamiento global, y lo mejor de todo es que su energía (motor magnético) es casi inagotable, sus imanes tienen un flujo magnético natural de hasta 300 años, este tipo de generaciones limpias nos durarían para tres generaciones.

1.2. Objetivo

1.2.1. Objetivos generales

Diseño de un motor magnético para la generación de energía mecánica, aplicado a la industria automovilística

1.2.2. Objetivo específico

- Analizar los datos técnicos del auto eléctrico i-MIEV de Mitsubishi para la selección adecuada del generador.
- Evaluar la mejora de autonomía con el generador acoplado al sistema del auto eléctrico i-MIEV de Mitsubishi.
- Diseñar el rotor y los estatores que conformaran el corazón del motor magnético y del sistema retroalimentado del auto eléctrico.
- Realizar una evaluación económica con el sistema acoplado para observar la eficiencia del motor magnético.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. ESTADO DEL ARTE

Durante años la necesidad ha hecho crear y desarrollar prototipo más eficiente y más pequeños, existen pocos prototipo de motores magnético construidos y en funcionamiento los cálculos justificativos no han estado en ninguna tesis más que los datos experimentales, y algunas observaciones en programas de los imanes permanentes que usan estos motores magnéticos, son imanes de neodimio debido a su mayor capacidad magnética son usados en la industria automovilística tanto como en la industria electrónica, desde que se crearon estos imanes han sido pioneros en cuanto a sus fuerzas magnéticas, y el aprovechamiento de sus fuerzas generan una fuerza mecánica la que aprovecharemos para transformar a energía eléctrica.

La rotación y la velocidad de los motores magnéticos ha sido su verdadero problema, debido a eso ninguna tesis presenta su rotación ni su torque y las patentes que a este diseñan solo tiene una explicación breve de lo que conforma, como la patente penderev un motor magnético en funcionamiento patentado y registrado.

El auto eléctrico fue uno de los primeros prototipos de automóvil que se desarrolló hasta que la demanda por un automóvil más barato lo extinguió en sus inicios, las baterías eran más caras que el derivado del petróleo por ende las personas empezaron a adquirir motores de combustión interna, en ese tiempo por allá 1838 no se medían las consecuencias por la contaminación y la energía renovable no estaba ni siquiera en sus inicios, Robert Davidson fue el primero que consiguió mover una locomotora a 6km/h sin usar ningún derivado del petróleo, en los 1839 Robert Anderson invento el primer carruaje a energía eléctrica con baterías con un uso único, es decir no eran recargables, ya a los 1859 el inventor Gastón Plante inventa la primera batería recargable [1], en 1890 Thomas Alva Edison invento una batería de níquel, en los 1912 se inventaron los motores híbridos aquellos que funcionaban con un motor a combustión interna a la par con un motor eléctrico en los años 60 casi desaparecen y en los 70 aparecen algunos modelos que llamaban

más la atención del público y en los 1990 General motors presenta EV-1 un auto eléctrico cero emisiones de carbono a partir de este año es que el auto eléctrico llega para quedarse [2].

2.1.1. Antecedentes

En 2016 C.Y.G. Huamán, [3] realizó la investigación “El motor magnético en el generador de un auto eléctrico” En qué medida el motor magnético en el generador, que carga las baterías del automóvil eléctrico, será una solución a la próxima falta de los combustibles, disminuirá la contaminación del medio ambiente y mejorara el problema de las baterías, “Lima, Perú” En la Universidad Nacional del Callao, La presente tesis tiene como finalidad, explicar el uso de un motor magnético en el generador del cargador de baterías del automóvil eléctrico o híbrido, con ello lograr el ahorro de combustible y evitar en lo posible la contaminación del medio ambiente.

En 2016 Ámel, [4], realizó la investigación de “Diseño y simulación de motor de imanes permanentes de energía libre”. El motor de imán es un respetable generador de energía libre. Es tal vez un disparo de avances hacia la generación de energía mecánica con imanes de neodimio. En el estándar motor magnético emite un campo que es creado por la atracción y repulsión de estos imanes, usualmente la generación de energía mecánica es creada o por combustión o por un motor trifásico esto revolucionara el campo de las industrias generadoras de energía.

En 2016 F.E.V. Leal, [5], realizó la investigación de “Diseño y simulación de Motor-Generador magnético de imanes permanentes”. Se hacen simulaciones en el programa COMSOL con la finalidad de encontrar un flujo magnético considerable para el motor magnético y se pudo encontrar la densidad de flujo magnético para poder realizar los cálculos necesarios y hallar la fuerza de repulsión entre los imanes permanentes, la tesis se logra el cumplimiento del objetivo y la hipótesis planteada pero el motor magnético aún no se iguala con un motor electromagnético.

En 2017 E.F.H. Peraza, [6], realizó la investigación de “¿Energía libre? Motor magnético impulsado por imanes permanentes”. La tesis realiza un estudio de campos magnético dentro del motor magnético, al que le constituyen un rotor y un estator, este está analizado por un cálculo por elementos finitos realizado con el programa COMSOL multiphysics, y el mecanismo se realiza en el programa de diseño SolidWorks, la siguiente tesis servirá para demostrar matemáticamente la utilidad de un motor magnético, y a su vez la existencia de un motor que genera energía mecánica solo con ayuna de la fuerza natural de los imanes permanentes.

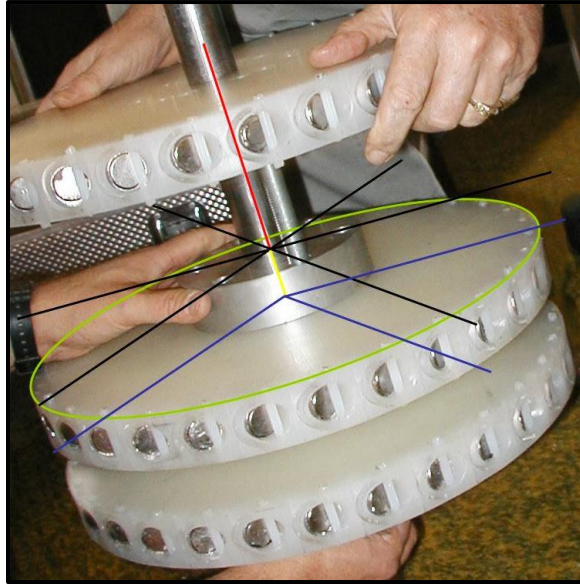
2.1.1.1. Motor penderev

La investigación de perendev se direcciona básicamente a la inestabilidad bajo el grado de libertad de la maquina magnética, los imanes son colocador a lo largo del perímetro de una rueda con un ángulo de inclinación de 40° “Según perendev este ángulo puede variar entre 20 a 40° ”

Diseño un rotor de PVC; material con alta resistividad y de peso ligero, pero lo más importante el material no es magnético, por ende, cuando se haga la simulación no interferirá a las líneas de campo, lo conformaran 3 piezas idénticas que tendrán cada una un rotor y un estator, estas estarán conectadas con un cierto ángulo de inclinación para que el sistema no encuentre el equilibrio nunca y la maquina sea perpetua

Con esto perendev demuestra que se puede convertir la energía interna de un imán permanente, en este caso de un sistema magnético para poder generar energía mecánica de rotación. En cada rotor y estator estarán colocados los imanes con las especificaciones ya explicadas anteriormente [7].

Figura 1 Ensamblaje del motor magnético penderev

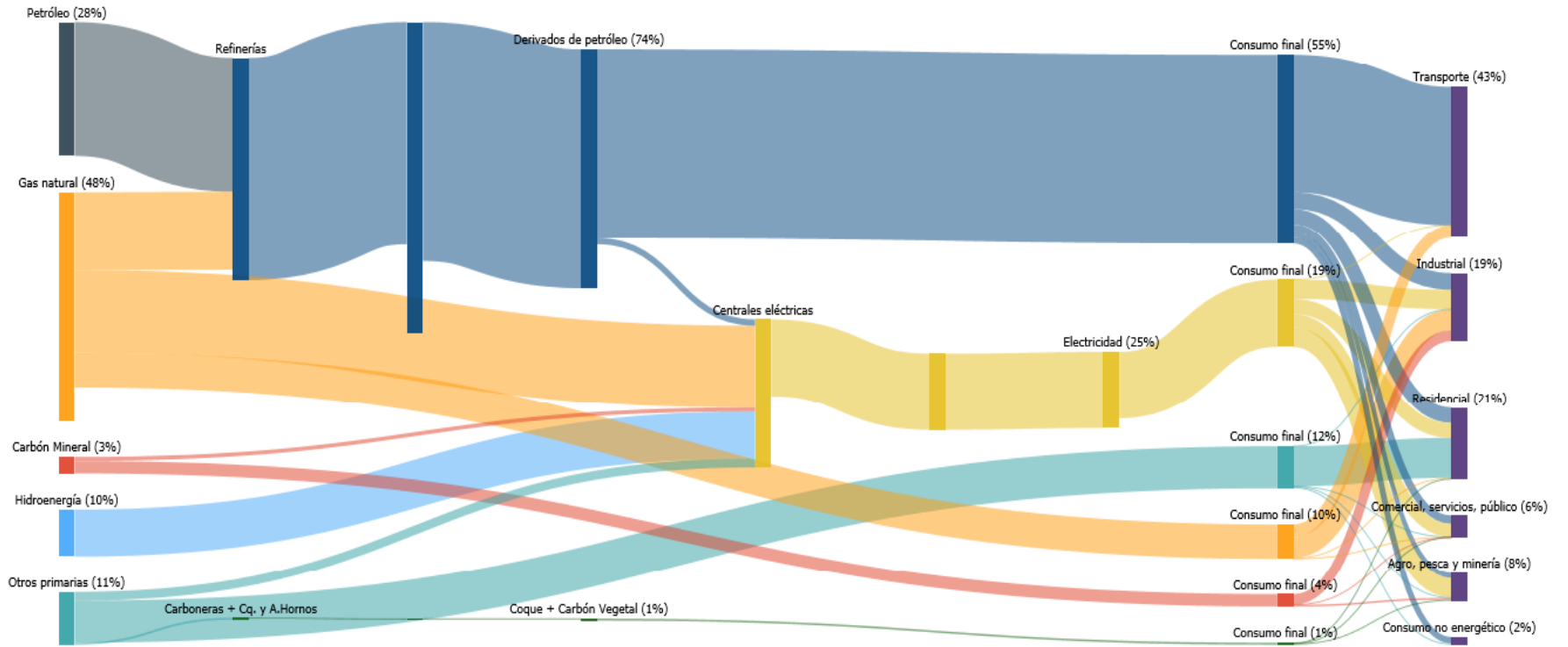


Fuente: Motor magnético Perendev patentado en el 2006

2.1.1.2. Motor/Generador de imán permanente de Shenhe Wang

Shenhe Wang es un ciudadano chino, quien diseño y construyo un generador eléctrico de cinco kilovatios de capacidad, este generador estaba alimentado únicamente por imanes permanentes y no necesitaba una fuente alterna más que los imanes para funcionar “Usa partículas suspendidas en un líquido” este invento debió de ser expuesto en la expo mundial que se realiza en Shanghai el 1 de mayo al 31 de octubre del 2010 pero tubo complicaciones para presentarlo y no se le permitió mostrarlo, se le permitió en su lugar una versión más pequeña, tipo reloj de pulsera, dicha aplicación logro demostrar que su diseño funcionaba a la perfección pero que supuestamente no sería de ningún uso para la generación de energía eléctrica en la fecha [8]

Figura 4 Consumo energético en el Perú



Fuente: OLADE

2.1.2.1. Comparativo coche eléctrico vs coche combustión

Sabemos a ciencia cierta que el auto eléctrico es mucho más amigable con el medio ambiente que su competencia el auto a combustión interna y con respecto a su eficiencia el auto eléctrico es superior a motor diésel o mucho más que al motor Otto, superándolo en un promedio de 3.5.

- El consumo medio es de 14kwh/100km de los autos eléctricos que actualmente se encuentran a la venta.
- El consumo de un auto diésel de unos 100 CV es aproximadamente de 5 L/100km.
- El valor de 2,67 kgCO₂/L es la emisión producida por litro en un motor diésel.

Al comparar el vehículo híbrido con el diésel tenemos unas emisiones de CO₂ por un automóvil eléctrico híbrido de 3,3 kgCO₂, mientras que las de un vehículo de motor diésel aumentando considerablemente serían 13,3 kgCO₂, dándonos cuenta muy rápido que la materia contaminante del motor diésel es mayor a la emitida por el auto eléctrico híbrido, pero para hacer un cálculo más preciso tenemos que tener en cuenta las pérdidas que tiene un motor eléctrico cuando las baterías le entregan energía y las pérdidas que tiene un motor a combustión interna cuando este le entrega energía mediante una caja de engranajes esto se llama “Well-to-tank” el factor de eficiencia de transportar la energía desde su fuente al tanque o batería del coche, podemos ver que la eficiencia de los vehículos eléctricos es de (60 a 85%) mientras que la de los vehículos a combustión su eficiencia es de (15 a 20%) siendo el motor eléctrico más del doble de eficiente que un auto convencional [10].

Siendo la eficiencia muy importante también lo es el consumo, siendo este un aspecto clave, para poder entender lo que los diferencia a los autos eléctricos con los autos de combustión interna.

El consumo promedio de los autos eléctrico cada 100km es aproximadamente de 12,69 kW-h, ahora bien estos kW-h son solamente la energía acumulada en las baterías, la toma de corriente se hace de otro dispositivo que regula la cantidad de corriente eléctrica debe recibir el motor eléctrico, dependiendo si está en una cuenta para darle poca revolución y fuerza o si estas a velocidad entregando grandes cantidades de energía para que la rotación se vaya aumentando segundo la satisfacción del cliente, claro está que existirán perdidas en el transporte de la energía, pero estas pérdidas no son tan considerables como lo son en los autos a combustión interna, para obtener las perdidas debemos de hacer un análisis riguroso en el auto eléctrico, siendo todos tan diversos en forma como en construcción algunos tendrá menos perdidas que otro, de lo único que si podemos estar seguro es que si comparas cualquier auto eléctrico con uno a combustión interna las perdidas siempre serán menores para el auto eléctrico.

Tabla 1 Modelo del vehículo y consumo por kWh

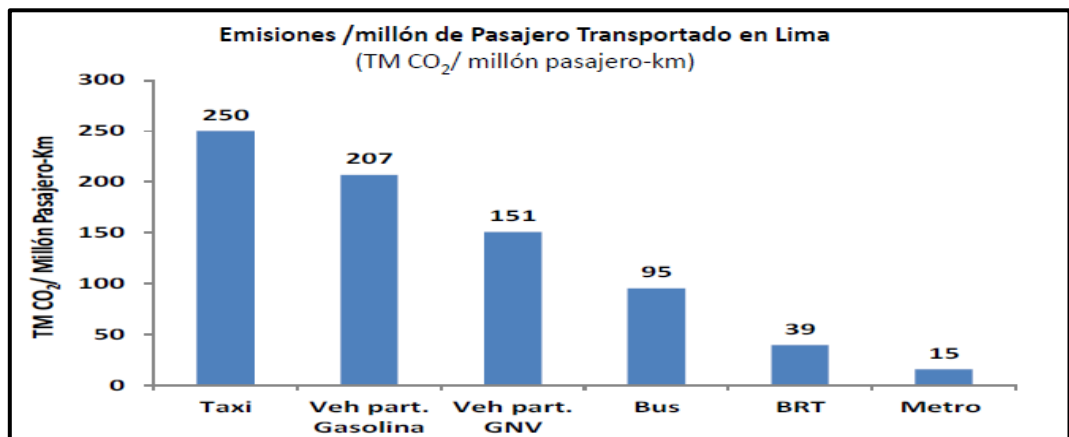
Vehículo y modelo	Consumo Wh/km	Consumo kWh/100km
BMW i3	169	16,9
BYD e6	160	16
Citröen C-Zero	130	13
Ford Focus Electric	140	14
Mitsubishi i-Miev	135	13,5
Nissan Leaf	173	17,3
Peugeot ION	125	12,5
Renault Fluence Z.E.	144	14,4
Renault Twizy	76	7,6
Renault ZOE	125	12,5
Smart Fortwo EV	122	12,2
Tesla Model S	200	20
Volskwagen e-Golf	187	18,7
Volskwagen e-up!	138	13,8
MEDIA	126,5	12,65

Fuente: Tesis Celso Huamán

2.1.2.2. Emisiones de carbono

Las emisiones de carbono son un problema mundial debido al uso desmedido del petróleo o sus derivados tan solo en el Peru el sector de transporte representa un 11% de las emisiones de GIB (Gas de efecto invernadero) [11].

Figura 5 Emisiones de carbono por parte del área de transporte



Fuente: Osinergmin

2.1.2.3. Contaminación en Lima

Por lejos la contaminación vehicular a sido las más escuchada en los medios de comunicación no solo la contaminación por emisiones de carbono si no también la contaminación auditiva que estos producen, las personas no está educadas mentalmente para poder transitar las calles, eso conlleva a que tampoco estén educadas con aspectos técnicos de los automóviles, esto implica que los automóviles que transitan las calles de lima este en una estado deplorable, por lo que las emisiones de carbono aumenta considerablemente en un auto que no tiene un mantenimiento adecuado, pues el humo que botan ya no es transparente si no de una coloración negra asemejándose a cuando se quema una llanta curiosamente el ratio de vehículos por habitante

en Lima no es de los más altos en el mundo refiriéndose a una ciudad, si logramos modernizar el transporte público podríamos reemplazar las combis, las coaster y los microbuses con eso reduciríamos la contaminación auditiva y de paso la contaminación ambiental

Otros aspectos referido al tema ambiental es la falta de árboles que limpien nuestra ciudad purificando así el ambiente donde vivimos, es interesante saber que en el 2014, de acuerdo con la PNP, tocar bocina en exceso fue la principal infracción al reglamento de tránsito, dándonos a entender la falta de educación por los conductores hacia nuestra sociedad, no cabe la menor duda que para enfrentar y mejorar el ambiente debemos empezar por modificar los patrones de conducta esto implica es sistema educativo así como al gobierno para concientizar a sus pobladores de lo mal que hacen al contaminar el medio ambiente, esto ayudado por las autoridades de Lima, pero sabemos que los limeños si está informado del daño que hacen, ante este punto deberíamos de aplicar leyes que multen al poblador así como leyes de campaña para concientizar a los niños para cambial los patrones de conducta de sus padres.

2.1.2.4.El 70% es emitido por el parque automotor

La contaminación del aire en Lima es ocasionada por el parque automotor con una responsabilidad del 70%, solo el 30% sería ocasionado por la actividad comercial (restaurantes, emporios comerciales, etc.), ciudadanos y diversas industrias

El gasohol contiene azufre, benceno, aromáticos y aditivos como el manganeso que son una fuente muy potente de contaminación al medio ambiente y esta no está siendo regulada como se debería explico Eric Concepción Gamarra, el ex Responsable del Área de Gestión de la Calidad del Aire Emisiones Atmosféricas y Ruido del

Ministerio del Ambiente, esta inacción municipal se está llevando al Perú en humo y contaminación, en 1998 el Banco Mundial lanzo la iniciativa del aire limpio para las ciudades de latino américa, la principal meta fue crear planes de acción para mejorar la calidad del aire en las grandes metrópolis.

2.1.2.5. Muertes por contaminación

La contaminación no solo afecta a las plantas, a nuestros paisaje a nuestras ciudades, a nuestro mundo sino también a nosotros directamente, cada año mueren más de 15 mil personas por la contaminación ambiental, según el OMS en un estudio científico, se sabe que nuestro país es uno de los principales contaminantes de medio ambiente a nivel Latinoamericano, siendo la cifra de muertes por contaminación mayor en el pero ascendiendo a una suma de 10 mil personas muertas por contaminación ambiental, de los cuales 5 mil son por contaminación por agua en mal estado y 5 mil por contaminación de aire, según la misma entidad, Lima es una de las ciudades que más contaminación tiene a su alrededor y no solo en el Perú hablamos a nivel de Latinoamérica, esta posee una de las peores calidad de aire de la región, por otra parte Cecilia Rossel “Gerente general del Comité de Sostenibilidad de la Sociedad Nacional de Industria” afirmo que las industria peruanas están implementando muy favorablemente tecnologías que les permitan reciclar el papel el cartón o baterías de autos, productos que antes se consideraba como basura ahora ya pueden ser reciclados, esto por en compromiso con las industrias del Perú.

2.1.3. Evaluación de ángulos, fuerzas y torque

- Ángulos

Se evaluarán los ángulos dependiendo a las inclinaciones ya establecidas por los inventores o tesistas que hicieron la misma investigación, con el fin de poder lograr una inclinación precisa para poder generar la repulsión y que este motor magnético sea perpetuo cuando se efectúen las fuerzas entre los imanes permanentes de neodimio.

- Fuerzas

Luego de tener la inclinación más confiable para la rotación hallamos las fuerzas con las que se repelen los imanes, sabemos a ciencia cierta que los imanes del mismo polo se repelen y los de polo contrario se atraen, esta fuerza de repulsión la encontraremos con sus características naturales de los imanes, así como sus dimensiones.

- Torque

Luego de obtener las fuerzas hallamos el torque con la distancia hacia el centro, para saber qué tan eficiente es nuestro sistema ante un generador que seleccionaremos con las características del auto eléctrico

2.2. BASES TEÓRICO CIENTÍFICAS

2.2.1. Propiedad de los imanes

- Imanes de cerámica

Los imanes de cerámica o también llamados imanes de férrica, están hecho principalmente de materiales como el hierro, boro con pequeñas cantidades de estroncio, como sabemos todo material hecho de cerámico es muy frágil, por lo que este tipo de imán sufre de la misma desventaja al chocar con un material con una densidad mayor, o bien si son entrechocados con una fuerza considerable.

Tabla 2 propiedades físicas de los imanes de cerámica

USA standard								
Material	Br		Hcb		Hcj		(BH)max	
	mT	KG	KA/m	KOe	KA/m	KOe	KJ/m3	MGOe
C1	230	2.3	148	1.86	258	3.5	8.36	1.05
C5	380	3.8	191	2.4	199	2.5	27	3.4
C7	340	3.4	258	3.23	318	4.00	21.9	2.75
C8(C8A)	385	3.85	235	2.95	242	3.05	27.8	3.5
C9	380	3.8	280	3.516	320	4.01	26.4	3.32
C10	400	4.0	288	3.617	280	3.51	30.4	3.82
C11	430	4.3	200	2.512	204	2.56	34.4	4.32

Fuente: FMAGNET

Aplicaciones:

- ✓ Altavoces de parlantes
- ✓ Motores sin escobillas de CC
- ✓ Imágenes de Resonancia Magnética (RM)
- ✓ Magnetos usados en las cortadoras de césped y motores fuera de borda
- ✓ Motores de imán permanente de CC (Utilizado en coches)
- ✓ Separadores (materiales ferrosos separados de los no ferrosos)

- ✓ Cerradura magnética Catcher
 - ✓ Instrumentos y Medidores
 - ✓ Juguetes, Artes y manualidades
-
- Imanes de alnico

Los imanes de alnico son imanes muy comerciales y conocidos en todo el mundo, estos son usados en muchas escuelas a nivel mundial para realizar experimentos de campos magnético y para explicar la fuerza magnética de estos.

Características:

- ✓ Trabaja a un máximo de temperatura de 550 °C.
- ✓ Reparto de la aleación de la celebración de los imanes en forma de U con los dos polos en la misma zona.
- ✓ Los imanes de herradura se utilizan adecuadamente en los filos de las puertas para evitar que estas choquen con fuerza al ingresar el aire.
- ✓ Los imanes de herradura son recomendables para ser usados en superficies relativamente rugosas a causa de su flujo de campo debido a la forma de la herradura.

Figura 6 Imanes de alnico



Fuente: FMAGNET

2.2.2. Energía Magnética

La energía magnética es un fenómeno natural que sufren algunos cuerpos al atraerse o repelerse según el polo al que estén expuestos, o también al estar expuesto a otros metales, existe algunos materiales con propiedades magnética detectables fácilmente como el níquel, hierro, cobalto y sus aleaciones que comúnmente se llaman imanes, sin embargo, todos y cada uno de estos materiales son influidos por un campo magnético y dependiendo a su flujo magnético el campo se aumenta o disminuye [12].

Existen diversos tipos de materiales magnéticos estos se clasifican en:

Tabla 3 Tipos de materiales con características magnéticas

Tipo de material	Características	Ejemplo
Diamagnético	Material con un campo magnético débil, si situáramos una barra magnética cerca a este material lo repelerá.	Bismuto(Bi), Plata(Ag), Plomo(Pb)
Paramagnético	Tiene un magnetismo considerable y es atraído por una barra magnética	Aluminio(Al), Paladio(Pd)
Ferromagnético	Material magnético por excelencia, este presenta un flujo magnético muy alto	Hierro(Fe), Cobalto(Co), Níquel(Ni), Acero suave
Anti ferromagnético	Este es un material no magnético, con baja acción al estar expuesto a un imán	Óxido de manganeso
Ferrimagnético	Menor grado magnético que los Anti ferromagnético	Ferrita de hierro
Superparamagnético	Materiales ferromagnéticos suspendidos en una matriz dieléctrica	Materiales utilizados en cintas de audio y video
Ferritas	Este es un Ferromagnético con baja conductividad eléctrica	Utilizado como núcleo de inductores para aplicaciones de corriente alterna

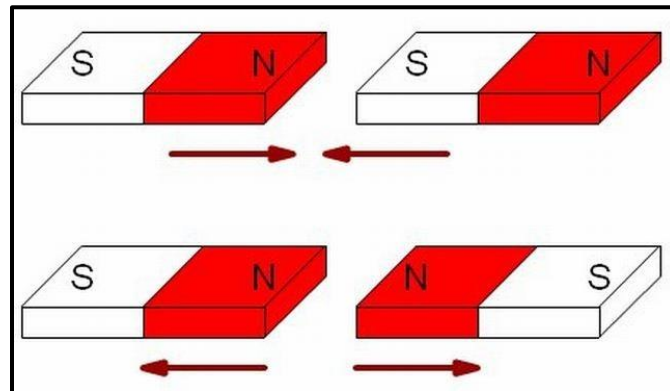
Fuente: CIENCIA DE LOS MATERIALES (LIBRO)

2.2.3. Magnetismo

Esta es la propiedad natural de los imanes y las corrientes eléctricas de ejercer una fuerza a una cierta distancia ya sea de atracción o de repulsión dependiendo de la polaridad en la que estos cuerpos estén direccionados [13].

El campo que ejercen dos imanes estarán asociados a la atracción de “masas magnéticas”, esto dependerá de la masa que tengan los cuerpos magnéticos, en los imanes existen dos tipos de orientaciones, norte y sur donde los polos norte se repelen, así como si juntáramos dos polos sur, en cambio si acercáramos a una distancia prudente dos polos opuesto estos se atraerían naturalmente por su campo magnético.

Figura 7 imanes permanentes



Fuente: Philphot

2.2.4. Remanencia magnética

La remanencia magnética o también llamada magnetización remanente es la capacidad natural que tiene un material magnético para poder retener el magnetismo que se le ha podido inducir, en pocas palabras en la capacidad de retención del campo magnético, este cuerpo actúa como una batería que almacena energía eléctrica solo que en este caso almacena energía magnética, la remanencia se mide en Teslas y es una propiedad física por la que se clasifican los imanes de mayor campo magnético a menor campo magnético

Actualmente los imanes con mayor remanencia magnética son los imanes de neodimio, con un valor de 1.3T [14]

Tabla 4 Tipos de imanes y su remanencia magnética

Tipo de imán	Remanencia magnética en Teslas
Ferrita	0.5-1
Samario, Cobalto	0.9
Alnico	0.75
Neodimio	1.3

Fuente: Materials Handbook

Figura 8 Imán neodimio **NdFeB**



Fuente: Remanencia magnética

2.2.5. Propiedades físicas del imán neodimio

El imán neodimio de tierras raras, o también es conocido por NdFeB, este es el imán más comercializado en la industria electrónica, sus propiedades magnéticas lo hacen el ideal para esta rama de la ciencia, se trata de un imán permanente de aleaciones de neodimio, hierro, boro, que juntos forman el tetragonal cristalino, fue descubierto por **General Motors** en los años 1982 y la división de metales especiales de la **Sumitomo Metal Industries**, estos imanes son ahora en el mercado los imanes permanentes de mayor potencia creados por el hombre, esto permitió que la eficiencia de los motores

rotativos hubieran aumentado considerablemente así como en la instalación de los discos duros y sellos magnéticos.

Al adquirir un imán de neodimio lo primero que tenemos que tener en cuenta son las propiedades físicas de este en particular, algunas están afianzadas al imán, pero otra son características del imán por sus dimensiones, dependerá de nosotros y del vendedor cotejar lo más agradable para nuestras necesidades.

Tabla 5 Propiedades físicas DEL IMAN NEODIMIO

PROPIEDAD	UNIDAD	VALOR
Remanencia	T	1-1,3
Coercitividad	MA/m	0,875-1,99
Coefficiente de remanencia/temperatura	%/K	0,12
Coefficiente de coercitividad/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	5,2x10 ⁻⁶
Resistencia a la flexión	N/mm ²	250
Resistencia a la compresión	N/mm ²	1100
Permeabilidad magnética	Tm/A	1,05
Resistencia a la tracción	N/mm ²	75
Dureza vickers	HV	550-650
Resistividad	Ω.cm	(110-170)x10 ⁻⁶
CET, normal a la dirección de magnetización	1/K	-0,8x10 ⁻⁶

Fuente: MATERIAL HANDBOOK, Fifteenth edition

2.2.6. Plásticos con alta densidad mecánica

Los plásticos más duros y resistentes del mercado los tiene Ensinger con altas propiedades mecánicas hechas de polímetro con un agregado de fibra de carbono permite que estos plásticos trabajen a altas temperaturas y a altas fuerzas mecánicas sin que se alteren sus propiedades físicas naturales

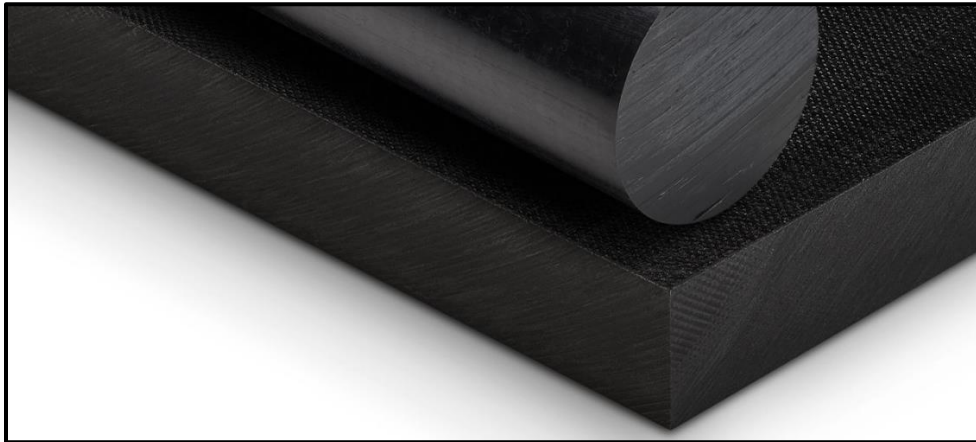
2.2.6.1. TECAMID 6 GF20 black

PA 6 GF30 es una poliamida reforzada con un 30 % de fibra de vidrio que fabricamos bajo el nombre comercial TECAMID 6 GF30 black. Ofrece una mayor resistencia, rigidez, resistencia a la fluencia y estabilidad dimensional que la poliamida 6 no reforzada. Estas propiedades de PA6 GF30 hacen que este material sea adecuado para piezas que se verán expuestas a grandes cargas estáticas durante largos periodos y en condiciones de alta temperatura. Como la fibra de vidrio tiende a tener un efecto abrasivo considerable sobre las superficies en contacto con ella, el nylon 6 aditivado con fibra de vidrio es menos apropiado para aplicaciones con deslizamiento.

Características principales:

- Elevada resistencia mecánica
- Resistente a varios aceites y grasas
- Buenas propiedades al desgaste
- Buena adhesividad y soldabilidad
- Elevada estabilidad dimensional
- Alta temperatura de deformación bajo carga (HDT)
- Densidad de 1,36 g/cm³

Figura 9 plástico TECAMID 6 GF20 black



Fuente: Ensinger

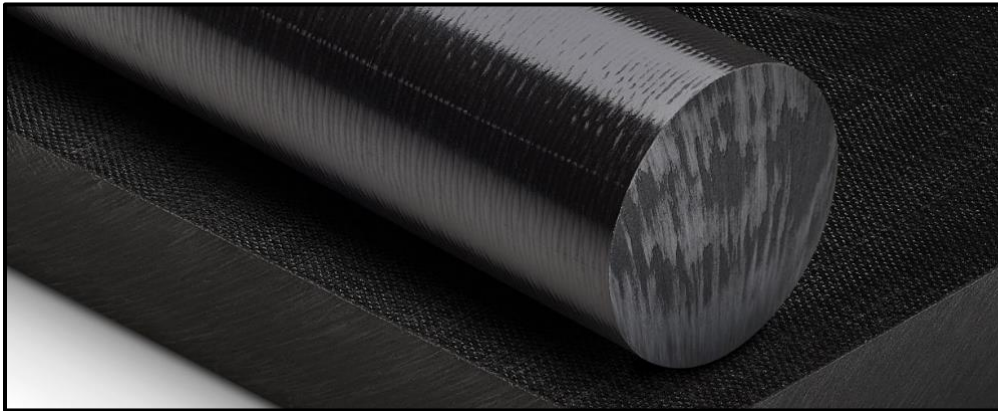
2.2.6.2. TECAMID 66 CF20 black

PA 66 CF20 es una PA 66 reforzada con un 20 % de fibra de carbono que Ensinger fabrica bajo el nombre comercial TECAMID 66 CF20 black. El refuerzo con fibra le aporta mayor rigidez y resistencia mecánica y a la fluencia, además de una menor densidad y un menor porcentaje de aditivo en comparación con PA 66 GF30, que lleva un 30 % de fibra. Además de estas propiedades, el nylon reforzado con fibra de carbono es menos abrasivo que el nylon reforzado con fibra de vidrio, pero consigue mejores propiedades de deslizamiento. Añadiendo fibras de carbono se consigue una conductividad térmica significativamente mayor, lo que garantiza una rápida disipación del calor friccional que también puede ser beneficiosa para aplicaciones con deslizamiento. El nylon reforzado con fibra de carbono no tiene una resistividad superficial definida, ya que las fibras de carbono se eligen principalmente para reforzar, no para aportar actividad eléctrica. La PA 66 reforzada con fibra de carbono tiende a volverse muy quebradiza si tiene mucho aditivo (por ejemplo, PA 66-CF30), por lo que se ha determinado que un 20 % de refuerzo de carbono consigue un muy buen equilibrio entre resistencia y tenacidad.

Características principales:

- Elevada rigidez
- Buenas propiedades al desgaste
- Sin conductividad definida
- Alta temperatura de deformación bajo carga (HDT)
- Buena adhesividad y soldabilidad
- Resistente a varios aceites y grasas
- Elevada estabilidad dimensional
- Densidad de 1,23 g/cm³

Figura 10 Plástico TECAMID 66 CF20 black



Fuente: Ensinger

2.2.6.3. TECAPEI natural

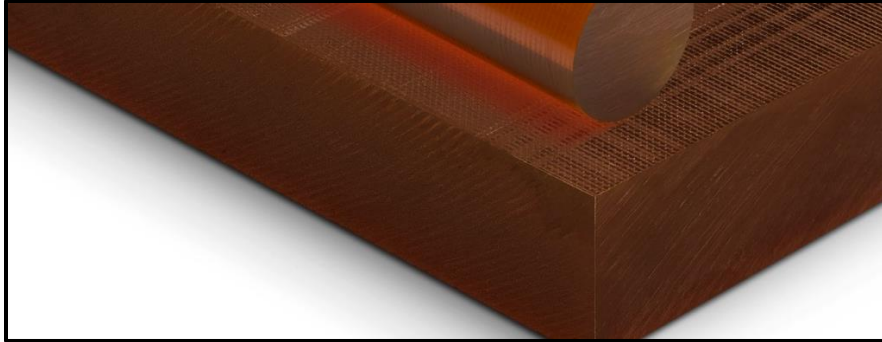
TECAPEI (PEI) natural es una polieterimida sin reforzar apta para el contacto con alimentos que muestra una gran resistencia mecánica y rigidez. El perfil de características incluye muy buena resistencia a la hidrólisis y estabilidad dimensional, además de una temperatura de servicio a largo plazo relativamente alta.

Características principales:

- Resistente contra alta radiación
- Buena capacidad mecánica y térmica

- Retardante a la llama inherente
- Densidad 1,28 g/cm³

Figura 11 Plástico TECAPEI natural



Fuente: Ensinger

2.2.6.4. TECATRON natural

El sulfuro de polifenileno TECATRON es un termoplástico semicristalino resistente a altas temperaturas. Debido a su estructura química, el PPS es un polímero con muy buena resistencia mecánica y rigidez, incluso a temperaturas superiores a 200 °C. Además de su baja absorción de agua, el PPS también tiene buena estabilidad dimensional, baja tendencia a la fluencia y excelentes propiedades eléctricas, por lo que es muy adecuado para piezas con tolerancias muy estrictas. Además, el PPS sin aditivos es muy estable químicamente, incluso a altas temperaturas, pero es sensible a la radiación UV si no está pigmentado. No se conoce ningún disolvente que disuelva el TECATRON PPS a temperaturas inferiores a 200 °C (392 °F).

Características principales:

- Alta temperatura de deformación bajo carga (HDT)
- Resistente contra alta radiación
- Buena resistencia química
- Alta rigidez

- Elevada estabilidad dimensional
- Alta resistencia al creep

Figura 12 Plástico TECATRON natural



Fuente: Ensinger

2.2.6.5. TECAPEEK natural

La polieteretercetona (PEEK) TECAPEEK natural es un termoplástico semicristalino de altas prestaciones y para altas temperaturas fabricado por Ensinger utilizando el polímero PEEK 450G Victrex. El miembro más conocido e importante del grupo de las poliariletercetonas combina unas excelentes propiedades de desgaste con muy buenas propiedades mecánicas, incluso bajo cargas térmicas. Completan el perfil una excelente resistencia química y una alta temperatura de servicio (hasta 260 °C), lo que hace de TECAPEEK un material apropiado para prácticamente cualquier pieza sometida a grandes esfuerzos. Su excelente estabilidad dimensional, combinada con una gran resistencia a la fluencia, contribuyen a que el PEEK sea idóneo para las piezas mecanizadas más sofisticadas.

Características principales:

- Alta temperatura de deformación bajo carga
- Buena resistencia mecánica

- Retardante a la llama inherente
- Resistente contra alta radiación
- Buenas propiedades tribológicas
- Alta resistencia al creep
- Muy buena resistencia química
- Resistente al hidrolisis y al vapor
- Densidad 1,31 g/cm³

Figura 13 TECAPEEK natural



Fuente: Ensinger

2.2.6.6. TECAPEEK CF30 black

Este material moldeado por compresión es un polímero PEEK Victrex modificado con un 30 % de fibra de carbono y un 15 % de PTFE para mejorar su resistencia y rigidez.

Características principales:

- Retardante a la llama fuerte
- Alta temperatura de deformación bajo carga
- Resistencia a la hidrolisis y al vapor
- Buena resistencia mecánica
- Buenas propiedades tribológicas

Figura 14 TECAPEEK CF30 black



Fuente: Ensinger

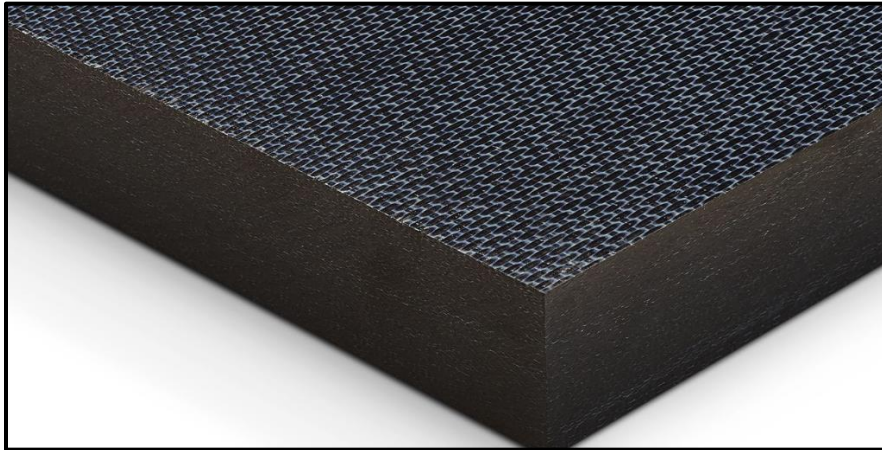
2.2.6.7. TECATEC PEEK MT CW50 black

Gracias al refuerzo con tejido de fibra de carbono, los materiales especialmente diseñados de la familia de composites TECATEC de Ensinger ofrecen una resistencia mecánica y estabilidad dimensional térmica extremas. El PEEK Victrex está reforzado con un 50 % de tejido de fibra de carbono y tiene una resistencia similar a la del acero. El material también se ha sometido a ensayos de biocompatibilidad, lo que lo hace apto para aplicaciones médicas.

Principales características:

- Biocompatible
- Elevada resistencia dimensional
- Es un muy buen esterilizante
- Alta temperatura de deformación
- Densidad 1,52 g/cm³
-

Figura 15 TECATEC PEEK MT CW50 black



Fuente: Ensinger

2.2.6.8. TECASINT 4011 natural

Comparada con los demás materiales TECASINT, la serie TECASINT 4000 tiene muy baja absorción de humedad y alta estabilidad oxidativa, además de una resistencia química mejorada. A pesar de su gran resistencia, TECASINT 4011 muestra una elevada elongación de rotura y tenacidad. Su rigidez y módulo son significativamente mayores que en las poliamidas convencionales en un rango de temperaturas de hasta 260 °C. También tiene mínima conductividad térmica y eléctrica. Este plástico es muy puro y tiene baja volatilización de conformidad con la normativa de la Agencia Espacial Europea (ESA) ECSS-Q-70-20.

Características principales:

- Elevada resistencia térmica y a la oxidación
- Elevada absorción de agua
- Buenas capacidades mecánicas y térmicas
- Alta resistencia al creep
- Baja desgasificación
- Buena resistencia química

- Sensible contra hidrolisis en un amplio rango de temperaturas
- Densidad 1,42 g/cm³

Figura 16 Plástico TECASINT 4011 natural



Fuente: Ensinger

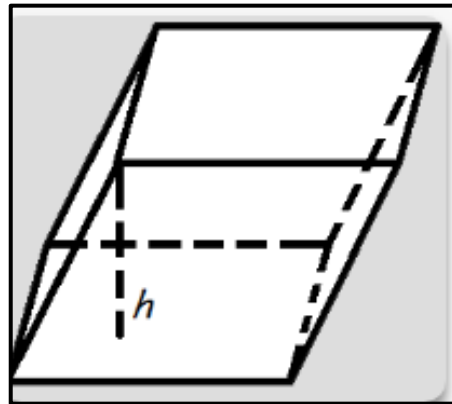
2.2.7. Volumen de una materia

El volumen vendría a ser una magnitud métrica de un tipo escalar, está definida por tres dimensiones en una región del espacio, esta vendría a ser una magnitud que se deriva de la longitud del material ya que el volumen es hallado con la multiplicación de las longitudes en sus respectivas dimensiones en “x” “y” y “z”, matemáticamente el volumen es definible no solo en cualquier espacio euclideo, sino también en otro tipo de espacios métricos que incluyen por ejemplo a las variedades de Riemann, viéndolo desde el punto de vista físico un materia ocupa una parte del espacio en donde se encuentre, existe un fenómeno llamado exclusión de Pauli donde se ocupa un volumen por el hecho de ser extensos.

2.2.7.1. Volumen de un paralelepípedo

El paralelepípedo tiene básicamente la forma de una caja de fósforos su volumen equivale a la multiplicación del área base por la altura.

Figura 17 paralelepípedo



Fuente: Geometría de sólidos

Tomando como referencia a la figura 17 se tiene el volumen de este.

$$V = A \cdot h$$

Donde:

V Es el volumen del paralelepípedo (m^3)

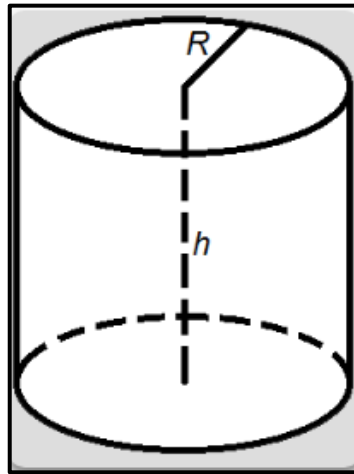
A Es el área base del paralelepípedo (m^2)

h Es la altura del paralelepípedo (m)

2.2.7.2. Volumen de un cilindro

El cilindro es una figura con un determinado radio y una altura ahora la multiplicación de su área base por su altura será su volumen.

Figura 18 Cilindro



Fuente: Geometría de solidos

$$V = \pi \cdot R^2 \cdot h$$

Donde:

V	Es el volumen del cilindro	(m^3)
A	Es el área base del cilindro	(m^2)
h	Es la altura del cilindro	(m)

2.2.7.3.Masa de un cilindro

La masa de un cilindro no es más que la multiplicación de el volumen de este por su densidad

$$m = V \cdot \rho$$

m	Es la masa de un cuerpo solido	(Kg)
V	Es el volumen de un cilindro	(m^3)
ρ	Es la densidad del cilindro	$\left(\frac{Kg}{m^3}\right)$

2.2.8. Primera ley de newton

Se sabía que antes de la época de Galileo, casi todos los filósofos tenían una sola idea en cuanto a fuerzas estábamos hablando, decían que un cuerpo tenía que moverse solo y únicamente por la influencia de otro ya sea una fuerza o un choque para mantener el cuerpo en movimiento. Creían que se encontraba en su estado natural hallaban en reposo por ejemplo para que se desplazara en línea recta a rapidez constante, era necesario que un agente externo lo impulsara sin cesar de lo contrario naturalmente por fricción dejaría de moverse y esto era correcto, pero habría que agregar algo más a las leyes de la física.

Si quisiéramos probar estas ideas con técnicas experimentales, primero deberíamos encontrar la manera de liberar un cuerpo de todas las influencias ambientales o del resto de las fuerzas tanto como la fricción como las fuerzas del viento o de la gravedad, y recién en ese sentido podríamos aplicarle una fuerza que empuje contantemente al cuerpo corroborando así la ecuación de newton pero es difícil encontrar una situación donde ninguna fuerza externa opere en el cuerpo, de por si la gravedad ya está influyendo en el cuerpo debido a la masa de la tierra, esta fuerza hace que el cuerpo se acerque cada vez más al planeta tierra ocasionando que haya una fuerza de fricción entre el cuerpo y la superficie donde se está moviendo, también tenemos que tener en cuenta la resistencia del viento que se opone a la dirección a la que el cuerpo está viajando.

2.2.9. Segunda ley de newton

La segunda ley de newton se encarga de concretar el concepto de fuerza, esta nos dice que la fuerza neta aplicada sobre un cuerpo es proporcional a la aceleración que adquiere dicho cuerpo y que la constante de proporcionalidad es la masa del cuerpo, de manera que podemos expresar la relación de la siguiente manera.

$$\sum F = m \cdot a$$

Donde la $\sum F$ es la sumatoria vectorial de las todas las fuerzas que actuarían en un cuerpo sólido, m siendo su la masa del cuerpo y a vendría a ser la aceleración vectorial del cuerpo donde $\sum F$ es también llamada como fuerza resultante neta, ahora bien como la fuerza está relacionada directamente con la masa y la aceleración si alguna de ella fuera cero la ecuación se reduciría a un cero también por ejemplo si la sumatoria de fuerzas resultante es cero la aceleración y sería cero también, la sumatoria de fuerzas se dan en tres dimensiones en el eje “x” en el eje “y” y en el eje “z”, para hallar la aceleración o las fuerzas resultantes deben de ser independientes en sus dimensiones de lo contrario no estaríamos efectuando bien la ecuación de newton.

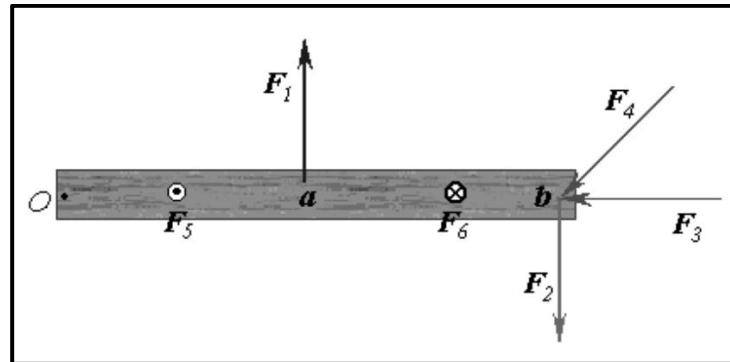
2.2.10. Torque en un cuerpo solido

Torque o momento es una fuerza que se aplica a una determinada distancia de un eje fijo que gira en cuanto se ejerce esta fuerza, el cuerpo tiende a realizar un movimiento de rotación en torno a este eje, en muchos de los casos es preferible usar torque en vez de momento debido a que muchos de los autores toman como nombre al torque como referencia a esta fuerza, ahora bien, analizaremos cualitativamente este efecto de rotación que lo produce una fuerza ante un cuerpo rígido.

Considerando como un cuerpo rígido a un objeto, en este caso una regla como se muestra en la figura 19 sobre el cual tiene una determinada rotación, y poder describir el efecto de la fuerza cuando realiza el torque, sabiendo que la regla esta fija en el punto O la fuerza F1 aplicada en el punto a produce en torno a O una rotación en sentido anti horario, la fuerza F2 aplicada en el punto b produce una rotación horaria y con mayor rapidez de rotación que en a, la fuerza F3 aplicada en b, pero en la dirección de la línea de acción que pasa por O, no produce rotación, se podría decir que la fuerza F3 produce una compresión pero no un torque, F4 que actúa inclinada en el punto b produce una rotación horaria, pero con menor rapidez de rotación que la que produce F2; F5; F6 aplicadas perpendiculares a la regla, saliendo

y entrando en el plano de la figura respectivamente, no producen rotación, por lo tanto existe una cantidad que produce la rotación de cuerpo rígido relacionada con la fuerza, que es lo que definimos como el torque de la fuerza.

Figura 19 Torque con varias fuerzas interactuando

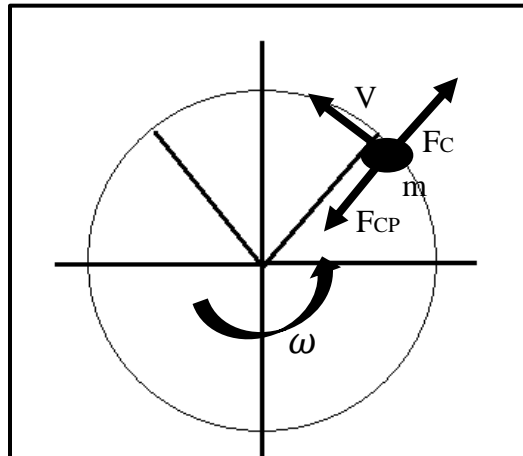


Fuente: Fuerzas mecánicas

2.2.11. Fuerza centrípeta

La fuerza centrípeta es una fuerza que actúa sobre un objeto que se encuentra en movimiento sobre una trayectoria curvilínea y que esta está dirigida hacia el centro de la trayectoria, el termino fuerza centrípeta proviene de las palabras latinas centrum, que significa centro y petere que significa hacía, esta puede ser obtenida utilizando las leyes de newton. La fuerza centrípeta es un vector que siempre actúa perpendicular a la dirección del movimiento rotatorio sobre el que se están aplicando, la fuerza neta sobre el cuerpo puede ser descompuesta en un componente perpendicular que cambia la dirección del movimiento y uno tangencial, paralelo a la velocidad, que modifica el módulo de la velocidad.

Figura 20 fuerza que interactúan con un cuerpo



Fuente: Fuerzas mecánicas

Según la figura 20 tenemos:

$$F_{CP} = m \cdot \omega^2 \cdot r$$

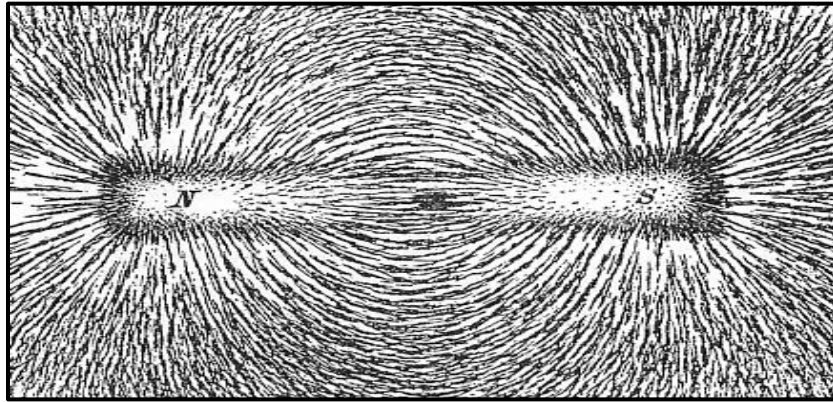
Fc	Fuerza centrífuga	(N)
Fcp	Fuerza centrípeta	(N)
ω	Velocidad rotacional	$\left(\frac{rad}{seg}\right)$
m	Masa del solido	(Kg)
r	Es el radio	(m)

2.2.12. Campo magnético

El campo magnético o también conocido como densidad de flujo magnético teniendo como siglas a **B**, este es un vector de campo magnético **B** propio y natural de los imanes permanentes donde en un punto se especifica en el espacio mediante dos propiedades: [15]

1. Dirección: Que va en dirección de una aguja de la brújula.
2. Magnitud: esta también es conocida como fuerza, donde esta es proporcional a la dirección de la aguja de la brújula

Figura 21 Campos magnéticos de polos opuestos



Fuente: Tesis Francisco Leal

2.2.13. Momento magnético

El momento dipolar magnético también llamado como momento magnético que generalmente es conocido por su sigla μ es un vector que caracteriza principalmente a la propiedades magnéticas de los imanes permanente, si hablamos de un imán de barra con masa paralelepípedo la dirección del momento magnético apuntaría desde el polo sur del imán permanente hasta el polo norte de este [16] y la magnitud está directamente relacionada de que tan fuerte estén aferrados los imanes o que tan distados este uno del otro, el momento magnético responde a la ecuación de $A \cdot m^2$ (Amperios por metro cuadrado).

Un imán natural o un imán permanente es capaz de producir su propio campo magnético y a su vez responde a campos magnéticos cerca del suyo, la fuerza de su campo magnético en cualesquier punto siempre es proporcional a la magnitud de su momento magnético, además cuando el campo magnético del imán interactúa con otro campo magnético tiende a alinear sus campos magnéticos paralelos al campo al que lo está alterando, [17] un imán también puede estar interactuando con una fuerza que no solo lo atrae como es en el caso del alineamiento si no también que lo repele en dirección contraria.

2.2.14. Magnetostática

En el sistema internacional normalmente se utilizan las unidades de MKS pero también se usan unidades como Gaussian y CGS-EMU estas dos son iguales para las propiedades magnéticas y se usan usualmente en la física, en todas las unidades es recomendable y conveniente utilizar dos tipos de campos magnéticos en este caso **B** y **H**, así como la magnetización **M** donde esta se define como el momento magnético por unidad de volumen

1. El campo de inducción magnética **B** tiene como unidades en el sistema internacional de Teslas, por sus siglas **T**, donde **B** es el campo magnético donde la variación de tiempo se producirá según la ley de Faraday, campos eléctricos circulantes lo que comúnmente tenemos en los motores eléctricos. **B** también produce una desviación al poder mover partículas cargadas por ejemplo en los tubos de las TV, por otro lado el tesla es equivalente al flujo magnético en Webers por unidad de área en metros cuadrados, por lo que **B** viene siendo una densidad de flujo, por último tenemos una relación de $T = 10^4 \cdot G$.
2. El campo magnético **H** se da en unidades del sistema internacional de amperios-vueltas por metro cuadrado siendo sus siglas **Oe**, Oester donde los giros aparecen porque cuando **H** es producido por un cable portador de corriente, su valor es proporcional al número de giros de ese cable, donde un giro en A/m es igual a $4\pi \cdot 10^{-3} \text{Oe}$.
3. La magnetización **M** se da en el sistema internacional de **A/m** amperios por metro ahora bien un buen imán permanente puede tener una magnetización mucho más grande que a la de un millón de amperios por metro.
4. Ahora en unidades del SI, la relación sería $B = \mu_0(H + M)$ donde μ_0 es la permeabilidad del espacio que es igual a $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \cdot T \cdot m/A$, pero para CGS se escribe como $B = H + 4\pi \cdot M$.

2.2.15. Fuerza de tracción de un imán permanente

La fuerza de un imán permanente normalmente se mide por su fuerza de tracción este tendrá una capacidad de mover, empujar o tirar otros objetos metálicos donde la fuerza de tracción ejercida ya sea por un electroimán o un imán permanente en el espacio de aire viene dada por la ecuación de maxwell. [18]

$$F = \frac{B^2 A}{2\mu_0}$$

Donde:

F es la fuerza (unidad SI Newton).

A es la sección del área del polo en metros cuadrados.

B= es la inducción magnética ejercida por el imán.

Por ende, si tenemos a un imán que esta direccionado verticalmente, este puede elevar una masa m en kilogramos dada por la ecuación:

$$m = \frac{B^2 A}{2\mu_0 g_n}$$

2.2.16. Fuerza entre dos polos magnéticos

Fuerza en newton entre dos polos donde se ejerce una cierta cantidad de energía [19]

$$F = \frac{\mu \cdot q_{m1} q_{m2}}{4\pi r^2}$$

Donde:

F es la fuerza en Newton.

qm1 y qm2 son las magnitudes de los polos magnéticos en amperios-metro.

μ es la permeabilidad del medio intermedio en tesla metro por amperio, Henry por metro o newton por amperio cuadrado.

r es la separación en metros.

La distribución de polos es importante para los ingenieros que diseñan este tipo de imanes sin embargo en la vida real no existe imanes de un solo polo a no ser que se haga en laboratorio, sin embargo, la distribución de polos es mucho más compleja que una sola norte y sur. Por lo tanto, la implementación de la idea del polo no es simple.

2.2.17. Densidad de flujo o campo magnético de un imán

La densidad de flujo es básicamente el flujo magnético en una región de un campo magnético que equivale al número de líneas de fuerza que atraviesan perpendicularmente a la unidad de área y se define por la siguiente ecuación: [20]

$$B = \frac{B_r}{z} \left(\frac{D+z}{\sqrt{R^2 + (D+z)^2}} - \frac{z}{\sqrt{R^2 + z^2}} \right)$$

B_r es el campo remanente (T)

z es la distancia sobre el eje de simetría de una superficie polar. (m)

D es la altura del cilindro (m)

R es el radio del cilindro (m)

2.2.18. Fuerza entre dos imanes de barras paralelepípedos

La fuerza entre dos imanes de barras cilíndricas idénticas se coloca de extremo a extremo a una distancia z donde hallaremos en newton la fuerza con la que se repelen dos imanes iguales. [21]

$$F = \left[\frac{B^2 A^2 (L^2 R^2)}{\pi \mu_0 L^2} \right] \left[\frac{1}{z^2} + \frac{1}{(z+2L)^2} - \frac{2}{(z+L)^2} \right]$$

Dónde:

B es la densidad de flujo magnético (T)

A es el área del polo (m^2)

L es la longitud del imán (m)

R es el radio del imán (m)

Z es la separación entre los dos imanes (m)

μ_0 Coeficiente de interacción, $4\pi \cdot 10^{-3}$ (Tm/A)

Tengamos en cuenta que estamos utilizando el modelo Gilbert, faltando la permeabilidad del espacio dato que encontraremos en la siguiente ecuación.

2.2.19. Fuerza entre dos imanes cilíndricos idénticos

Esta ecuación nos permite hallar la fuerza con la que se repelen dos imanes permanentes idénticos en diámetro. [21]

$$F = \left[\frac{\pi\mu(M^2R^4)}{4} \right] \left[\frac{1}{z^2} + \frac{1}{(z+2L)^2} - \frac{2}{(z+L)^2} \right]$$

Dónde:

L es la longitud del imán (m)

R es el radio del imán (m)

Z es la separación entre los dos imanes (m)

μ Permeabilidad del material (Tm/A)

M es la coercividad del material, $M = \frac{B_0}{\mu_0}$ (A/m)

Nota: Esta propiedad solo es válida cuando los imanes interactúan en el vacío.

2.2.20. Fuerza entre dos superficies

Mediremos la fuerza entre dos superficies magnetizadas cercanas del área A, esta fuerza mecánica entre dos superficies magnetizadas se puede calcular con la siguiente ecuación, esta es válida solo para los casos en que el efecto de la formación de flecos es despreciable y el volumen del espacio de aire es mucho menos que el del material magnetizado: [22] [23]

$$F = \frac{\mu_0 H^2 A}{2} = \frac{B^2 A}{2\mu_0}$$

Dónde:

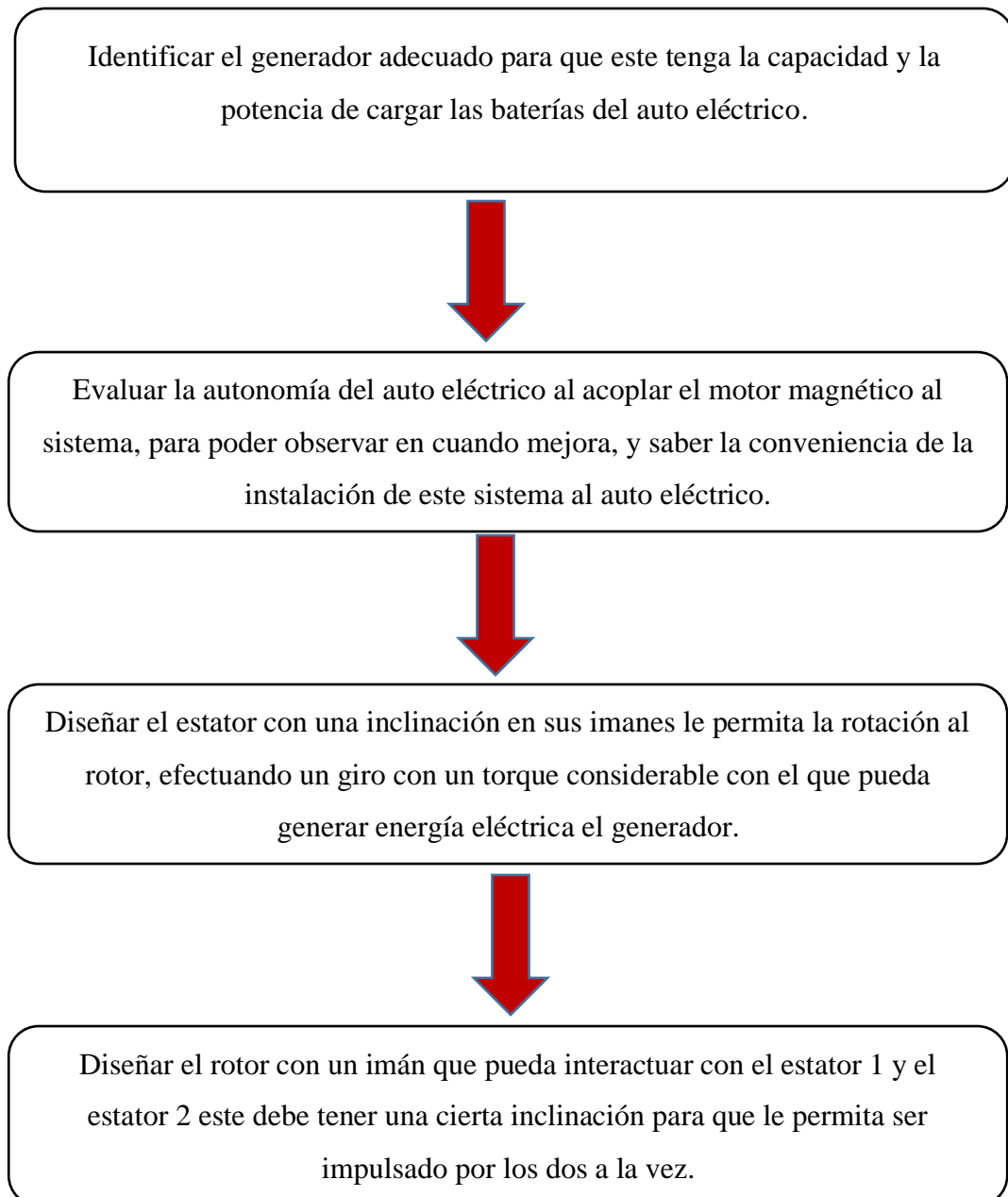
A es el área de cada superficie en m^2 .

H es su campo magnetizaste en A/m.

B es la densidad de flujo en T.

III. DISEÑO

3.1. Fases del proceso de diseño



3.2. Dimensionamiento del generador

Bajo los parámetros establecido en la ficha técnica del auto I-miev de Mitsubishi seleccionamos el generador que más se adecue a las baterías de dicho auto.

Tabla 6 Datos técnicos del automóvil i.MiEV de Mitsubishi

CARG, DIMENSION Y VELOCIDAD	UNIDADES	CANTIDAD
Carga convencional (CA 230v monofásica)	10A	8 horas aprox
Tipo	Baterías	Litio
Energía total	kW-h	16
Consumo de energía eléctrica	Wh/Km	125
Autonomía	Km	160
V max	Km/h	130
Acel. 0-100 Km/h	Segundos	15.9
Potencia del motor	kW	49(67) / 2500 – 8000 HP

Fuente: Mitsubishi

Teniendo los datos técnicos del batería procedemos al selecciona miento del alternado que cumpla con las características dadas, entregando una corriente de 10A a 230v o muy similar a esta, esto dependerá de la potencia del generador que seleccionaremos para realizar este trabajo.

3.2.1. Selección del alternador

Hallamos la potencia necesaria que necesita el alternador para alimentar las materias de litio del auto eléctrico

$$P = VI \cos(\phi) \dots \dots \dots (1)$$

Donde:

P= Potencia

I= Corriente

Cos (ϕ)= Dato del fabricante

Por lo pronto asumimos el $\cos(\phi)$ igual a 0.9 para seleccionar un generador que se asemeje a lo que necesitamos.

Reemplazamos los datos obtenidos en la ecuación (1)

$$P = 230v * 10A * \cos(\phi)$$

$$P = 230v * 10A * 0.9$$

$$P = 2070 W$$

Seleccionamos un alternador italiano debido a su alto rendimiento y su durabilidad, este estará sometido a diversos cambios climático dependiendo de la zona donde se encuentre el auto eléctrico por eso la necesidad de elegir un alternador con una eficiencia considerable y una vida útil muy elevada, también por que el alternador estará expuesto a muchas vibraciones no solo naturales del alternador sino también del mismo auto debido a el trabajo que este hará y no se sabe si estará trabajando cuesta arriba o cuesta abajo esto dificultara el trabajo del alternado por lo que se selecciona uno del alta confiabilidad para este tipo de trabajos del catálogo de LINZ ELECTRIC, tipo E1C10S E con una potencia de 2.7 kW con una frecuencia de 60Hz y una velocidad rotacional de 3600 rpm.

Tabla 7 Datos técnicos del generador seleccionado en el catálogo de LINZ ELECTRIC

TIPO - TYPE	60 Hz - 3600 giri/1' - $\cos\varphi = 1$					
	Potenza resa Rating kVA (kW)	Rendimento % Efficiency %		Potenza assorbita Driving power		Cap. Avv. Start. Cap. kVA (kW)
		4/4	3/4	kW	HP	
E1C10S B	2.7	74	74.5	3.6	5	6
E1C10S D	3.7	75.5	76	4.9	6.7	8.2
E1C10S E	4.3	76	76.5	5.7	7.5	9.6
E1C10S F	5	76	77	6.6	9	12
E1C10S G	6	77.5	78	7.7	10.5	14
E1C10MH	7.25	79	79.5	9.2	12.5	16.5
E1C10M I	8.5	80.5	81	10.5	14.3	20
E1C11M A	9.75	79.5	80.5	12.2	16.7	28
E1C11M B	12.5	80	81	15.6	21.3	27
E1C11M C	15	80.5	81.5	18.6	25.4	30
E1C13M D	18	81.5	82	22	29.6	36

Catálogo E1-02-06 de LINZ ELECTRIC con las normas ISO 9001-2000

3.2.2. Potencia ideal

Ahora hallamos la potencia con $\cos(\varnothing)$ del fabricante, reemplazando en la ecuación

$$P = VI \cos(\varnothing)$$

$$P = 230v * 10A * 1$$

$$P = 2.3 kW$$

Por lo tanto, el alternador seleccionado cumple con las características para poder ser implementado en el sistema del auto eléctrico.

3.2.3. Autonomía mejorada con el acoplamiento del sistema

Con los datos obtenidos evaluamos la mejora de la autonomía asumiendo que el motor magnético gire a 3600 rpm.

$$D = V * T$$

D= Distancia

V= Velocidad

T= Tiempo

Hallamos el tiempo en el que el auto eléctrico descarga sus baterías por completo teniendo como datos:

Autonomía = 160 Km

Velocidad =80 km/h

La velocidad máxima del auto eléctrico es de 130 km/h pero se toma una velocidad media para que los datos sean más reales en este caso 80km/h.

$$D = V * t$$

$$160 \text{ km} = \frac{80 \text{ km}}{\text{h}} * t$$

$$t = 2 \text{ horas}$$

Entonces tenemos que el tiempo que demora en descargarse las baterías por completo es de 2 horas aproximadamente, ahora si en 2 horas recorre 160 km, con el sistema de alimentación cuanto más podría recorrer el auto eléctrico.

Utilizamos el método de aspa simple, si en 8 horas cargamos las baterías al 100% cuando cargaremos en 2 horas.

$$8h \longleftrightarrow 100\%$$

$$2h \longleftrightarrow x$$

Solución

$$8h * x = 100\% * 2h$$

$$x = 100\% * \frac{2h}{8h}$$

$$x = 25\%$$

Entonces tenemos que el sistema del motor magnético cargara las baterías en un lapso de 2 horas un 25% de la carga total, y esto en kilómetros sería.

$$160km * 0.25 = 40km$$

Por lo tanto, la autonomía del auto eléctrico aumentara en 40km del total, en este caso podríamos recorrer 200km.

3.3. METODOLOGÍA

Se hace un estudio minucioso de las tesis seleccionada con el fin de poder concretar la razón de la inclinación pudiendo así dar un diagnóstico de que inclinación tanto en el rotor como en el estator es la más adecuada para este sistema, considerando las dimensiones de los imanes, posteriormente se encontraran las fuerzas con las que estos trabajaran esto depende de su remanencia magnética así como muchos otros factores naturales del imán neodimio, hallado esto se procede a hallar el torque, este me podrá decir a ciencia cierta si es eficiente el motor magnético en comparación al generador que hemos seleccionado, luego encontraremos la rotación en la que gira el motor magnético, si fuera el caso se elevaría o se bajaría los RPM con un sistema de engranaje, esto lo sabremos al halla las fuerzas centrípetas que influyen en el rotor.

3.3.1. Ángulos de inclinación

Los ángulos de inclinación son la parte más importante del motor magnético, se tienen que poner estratégicamente con una inclinación que le permita a el rotor moverse con una velocidad máxima, muchos investigadores e inventores de las patentes de los motores magnéticos han hallado sus propios ángulos de inclinación, pero sus fundamentos nos están sustentados ni el porqué de la inclinación de estos.

Dependiendo de las dimensiones que le demos generara un cierto torque por cada imán que se encuentre en repulsión o en atracción dependiendo al diseño y los polos que le daremos al motor magnético.

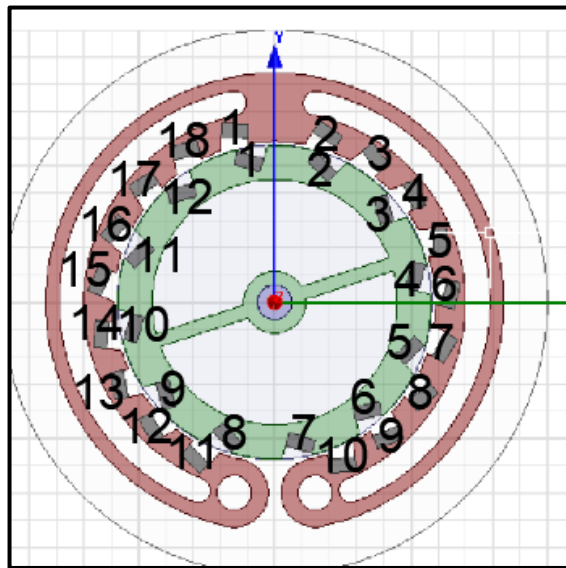
Evaluaremos las diversas tesis y las patentes que hoy se encuentran a nuestra disposición para poner acercarnos a un ángulo de inclinación razonable que pueda servirnos para diseñar el motor magnético, haremos un aproximado evaluando en un plano “x, y” para saber los ángulos que utilizaron en las diversas patentes o tesis para tener una noción contundente de dichos ángulos, esto nos ayudara a conocer y evaluar las eficiencias de las maquinas hoy diseñadas y así poder concluir acertadamente en la inclinación de los imane.

3.3.1.1. Estudio de inclinación I

Debido a la poca comercialización de los imanes de neodimio el investigador decide reducir las distancias de los imanes para la construcción de su motor magnético, para que le sea más fácil conseguir los imanes.

Con ayuda del programa de AutoCAD hallaremos las inclinaciones de los imanes [5].

Figura 22 Motor magnético con 30 imanes



Fuente: Motor magnético de Francisco Vázquez Leal

Tabla 8 Análisis de inclinación de los imanes en el estator y rotor con respecto al eje “y” y al eje “x”

ESTATOR	ANGULO CON RESPECTO A “Y”	ROTOR	ANGULO CON RESPECTO A “Y”
1	1° +33	1	18° +27
2	34° +16	2	45° +31

3	50° +20	3	76° +29
4	70° +17	4	105° +29
5	87° +18	5	134° +37
6	105° +17	6	171° +25
7	122° +17	7	196° +29
8	139° +17	8	225° +32
9	156° +19	9	257° +24
10	175° +49	10	281° +34
11	224° +17	11	315° +32
12	241° +15	12	347
13	256° +19		
14	275° +18		
15	293° +19		
16	312° +16		
17	328° +21		
18	349		

Al obtener los ángulos del motor-generator haremos un promedio en el aumento de ángulo con respecto al eje “Y”.

- Estator: En el estator las diferencias entre el imán 1-2 y el imán 10-11 son considerable pues sus distancias son relativamente altas debido a su diseño de dos estatores, por ende, no se tomarán como datos.

$$P1 = \frac{16 + 20 + 17 + 18 + 17 + 17 + 17 + 19 + 17 + 15 + 19 + 18 + 19 + 16 + 21}{15}$$

$$P1 = 17.73 \approx 18$$

Aproximadamente tenemos un aumento de 18° en el estator

- Rotor: En el rotor no hay consideraciones con los imanes pues la ubicación de estos es equidistante para todos, es decir todos están separados por la misma distancia.

$$P2 = \frac{27 + 31 + 29 + 29 + 37 + 25 + 29 + 32 + 24 + 34 + 32}{11}$$

$$P2 = 29.9 \approx 30$$

- Relación de numero de imanes Estator/Rotor

$$R\#i = \frac{18}{12} = 1.5$$

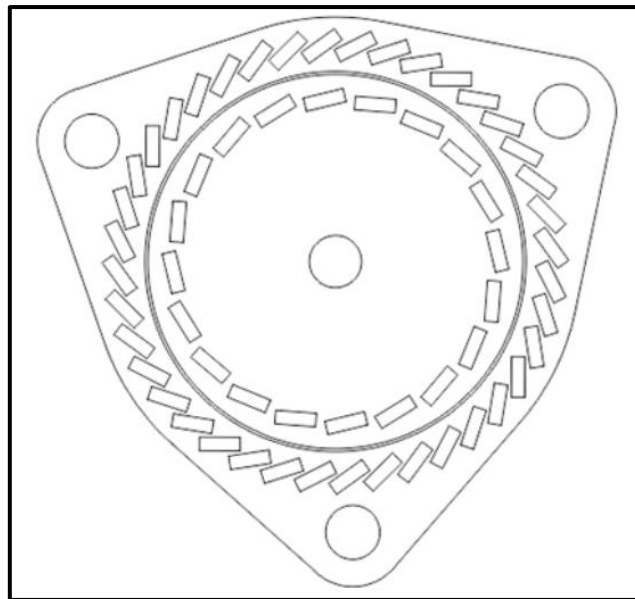
- Relación de ángulo Rotor/Estator

$$R \geq = \frac{30}{18} = 1.7$$

3.3.1.2. Estudio de inclinación II

En este motor magnético diseñado por Jaime Florencio Herrera Peraza utiliza imanes de neodimio con un diámetro de 7.5mm y una altura de 5mm, utiliza el programa COMSOL multiphysics para hacer diversos estudios con los imanes pero el diseño lo realiza con el programa SOLIDWORKS, luego al simular le va dando inclinación a los imanes, con el programa COMSOL evalúa la inclinación en la que los imanes generan un torque máximo, donde se pueda generar el giro del motor magnético [6].

Figura 23 motor magnético con 60 imanes



Fuente: Motor magnético de Jaime Herrera Peraza

Tabla 9 Ángulos de inclinación con respecto al eje "x" del estator y rotor

	# de imanes	Inclinación respecto a "X"
Estator	40	25
Rotor	20	10

- Relación de numero de imanes Estator/Rotor

$$R\#2 = \frac{40}{20} = 2$$

- Relación de ángulo Estator/Rotor

$$R > 2 = \frac{25}{10} = 2.5$$

3.3.2. Dimensiones del imán

Él imán con el que diseñaremos el motor magnético será del material con más remanencia magnética que existe actualmente, debido a su capacidad por almacenar energía magnética por más tiempo, se corona como primer lugar el imán de neodimio NdFeB.

El imán se diseñó con ayuda del programa SolidWorks, estas dimensiones fueron dadas por la patente del motor Penderev con la diferencia que nuestro diámetro es 35 y no 37 como la patente, usamos estas dimensiones por el rendimiento que logo Penderev en sus objetivos.

Diseño del imán instalado en los estatores

Diámetro= 35mm

Altura=75

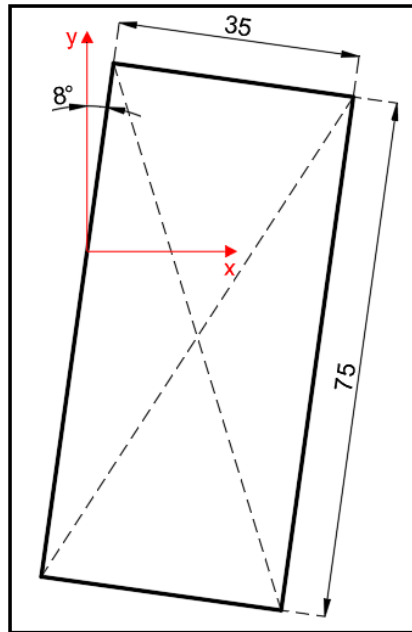
3.4. DISEÑO CONCEPTUAL DE ELEMENTOS

3.4.1. Diseño del estator 1

El rotor principal que es el rotor más grande será de un diámetro de 741.75 mm de diámetro con un número de imanes de 37, en los estudios anteriormente hechos el número de imanes oscilaban entre los 40 y 20, y estos dependían del diámetro del estator, por ende en este caso hemos tomado un número de 37 imanes, que son la cantidad adecuada para nuestro estator y que estos estén separados prudencialmente para que su repulsión magnética sea más constante y logre así un giro estable sin complicaciones.

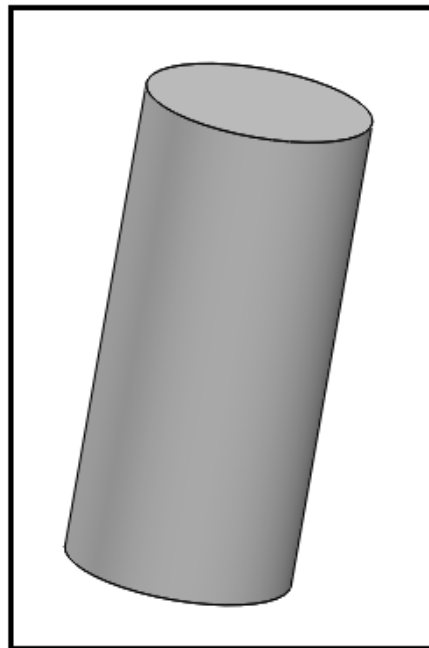
Se diseñará con ayuda del programa AutoCad, los imanes estarán inclinados a 8° se pensó en un principio diseñar el rotor a un ángulo de inclinación mayor pero debido a la distancia que estos se separaban, las cuales eran muy altas haciendo que la repulsión magnética sea menor, en ese caso hemos decidido reducir el ángulo de inclinación para que las distancias entre los imanes sean menores generando un mayor torque y una velocidad constante.

Figura 24 Imán del estator 1 con inclinación de 8°



Diseñado en AutoCAD 2D 2018 imán de neodimio del estator principal.

Figura 25 Imán de neodimio para el estator principal (Estator 1).

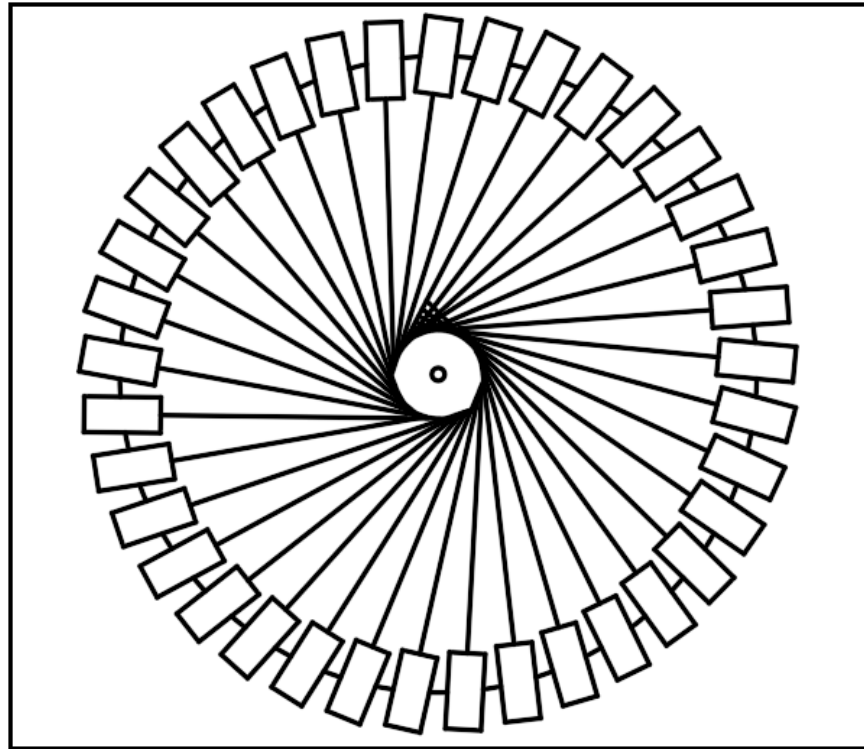


Diseñado en SolidWorks 3D 2018 imán de neodimio.

Evaluamos la eficiencia de la inclinación, como podemos observar en la **Figura 26** la inclinación de los imanes permite que el imán que se encuentre

frente a cada uno de los imanes del estator permita un cierto impulso en dirección a unos milímetros del centro, permitiendo así la rotación en sentido anti horaria.

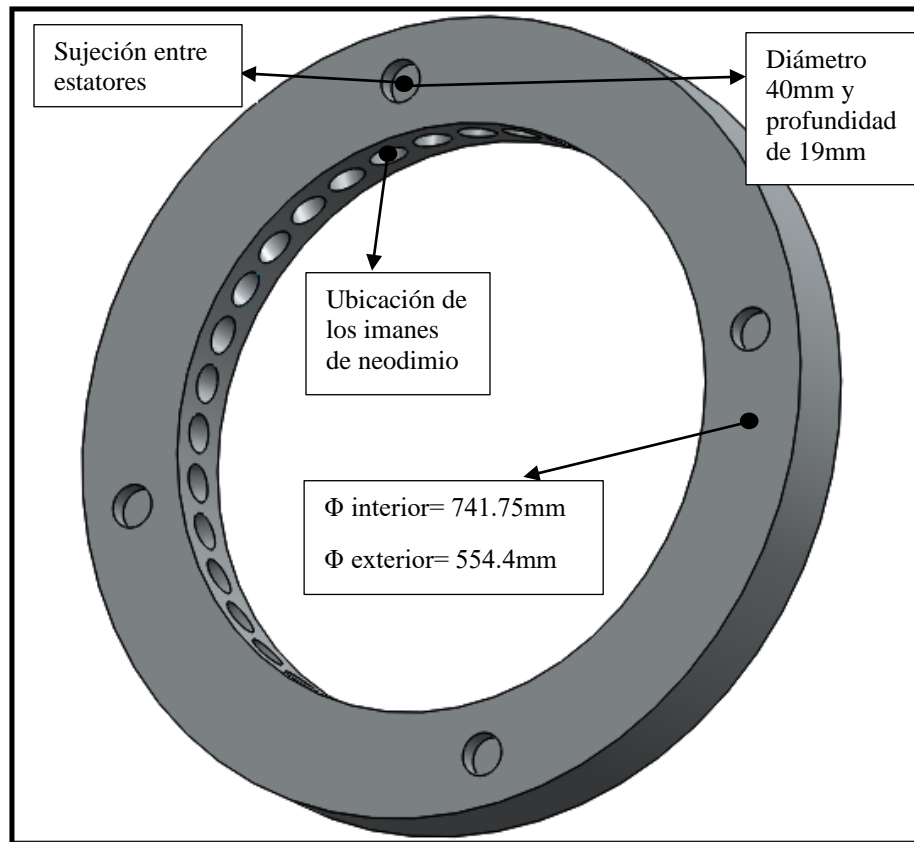
Figura 26 Estator 1 del motor magnético.



Diseñado en AutoCAD 2D 2018 Estator principal.

Tras analizar la imagen nos damos cuenta que al trazar una línea recta de cualquier imán del estator siempre termina a una cierta distancia del centro, esto al interactuar con el rotor nos podrá dar una rotación constante.

Figura 27 Estator principal del motor magnético



Diseñado en SolidWorks 3D 2018 Estator principal (estator 1)

3.4.2. Diseño del rotor

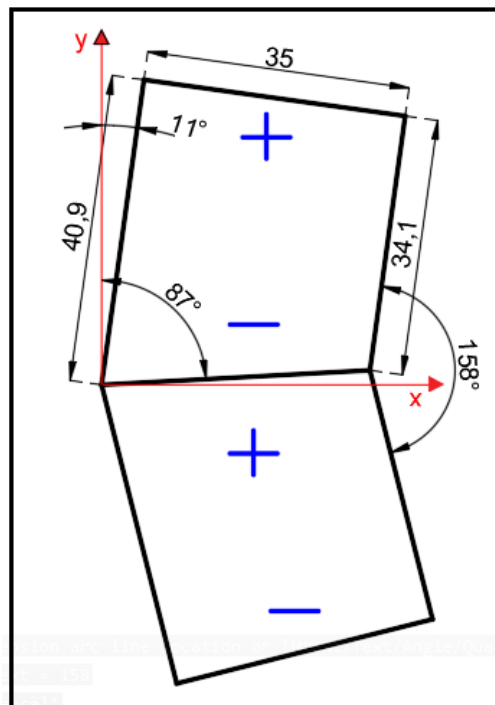
Para que el rotor este perfectamente alineado con el estator la relación entre ángulos no debe pasar los 1.5, por lo tanto, se asume una inclinación de imanes de 11° (**ver fig. 28**) para que tanto los imanes del estator como los imanes del rotor al girar se encuentren frente a frente y se pueda generar la repulsión entre ellos, esto para con el estator 1, pero para que también tenga relación con el estator 2 se diseñó dos imanes con inclinación de 8° con respecto a su eje "x", uno ubicado en el eje de las ordenadas en positivo y el otro ubicado en el eje de las ordenadas en negativo, para que pueda tener relación con el estator 2, la inclinación del imán se toma en cuenta cuando un imán esta exactamente en la coordenada (y,0), desde ese punto se mueve

unos 3 grados con respecto al eje y negativo y desde ahí se diseña los dos estatores. El rotor constará de dos imanes con un corte, inclinación que le permitirá acomodarse en el molde del rotor y así interactuar con el estator 1y2 (Ver fig. 28).

Las distancias entre imanes oscilan entre 7 y 11mm dependiendo de la posición en la que estén, para hallar la potencia se asume una distancia estándar de 10mm de distancia entre imán e imán.

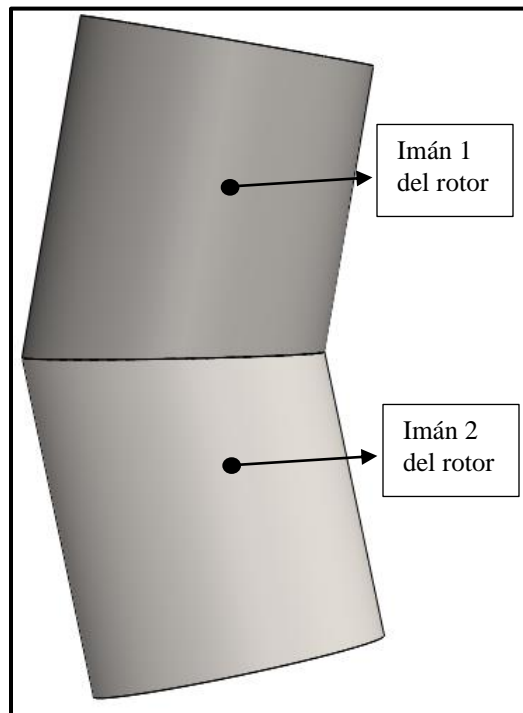
Cada imán tiene un diámetro de 35mm y una altura promedio de 37.5mm

Figura 28 Imán del rotor con inclinación de 11°



Diseñado en AutoCAD 2D 2018 Imanes del rotor pegados naturalmente por su atracción de polos opuestos.

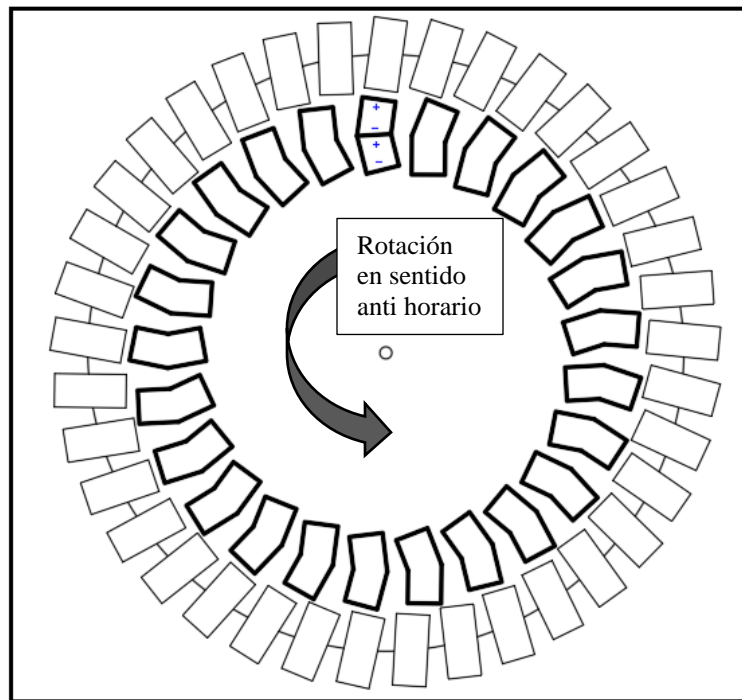
Figura 29 Imanes del rotor



Diseñado en SolidWorks 3D 2018 Imanes del rotor conformado por dos imanes de neodimio.

El rotor con su peculiaridad de ubicación de los imanes consta de 50 imanes de neodimio cada uno de ellos tiene un corte que les permite pegarse con un determinado ángulo, este corte tiene una inclinación definida de tal manera que el rotor del motor magnético pueda interactuar con el estator principal (estator 1) y el estator secundario (estator 2), consta de 50 imanes por que en cada abertura irán dos imanes, caso contrario con los estatores que en cada espacio solo hay un imán de neodimio, si no fuera por esta inclinación sería imposible que la interacción entre estos, como podemos observar en la **Figura 30** el imán 1 del rotor interactuara con el estator principal y el imán 2 del rotor interactuara con el estator secundario de tal manera que al efectuarse el giro los dos estatores ayuden con el torque y la velocidad rotacional permitiendo así una rotación perpetua.

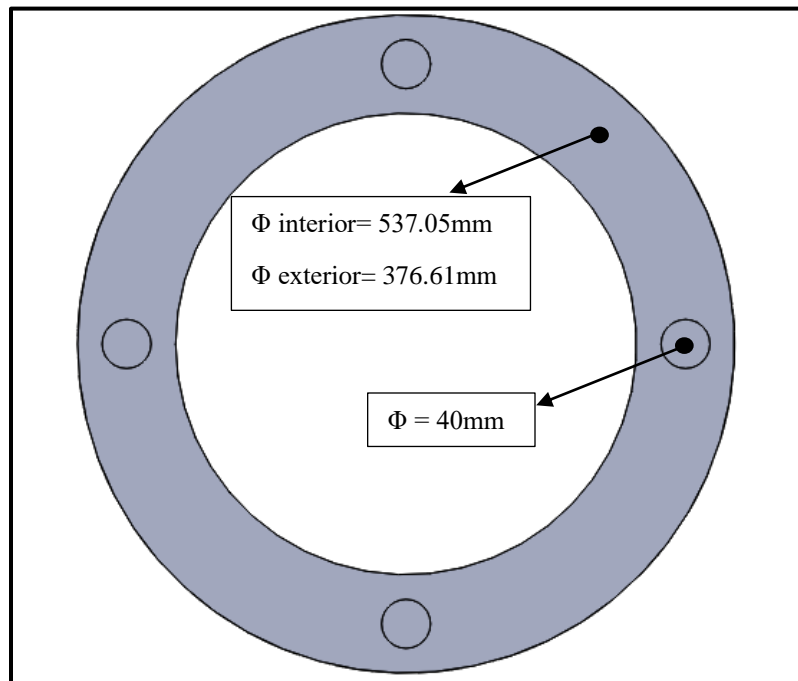
Figura 30 Rotor y estator principal alineados



Diseñado en AutoCAD 2D 2018 Estator alineado con el Rotor, el rotor tiene dos imanes de neodimio y está compuesta por dos piezas mecánicas para facilitar la ubicación de los imanes.

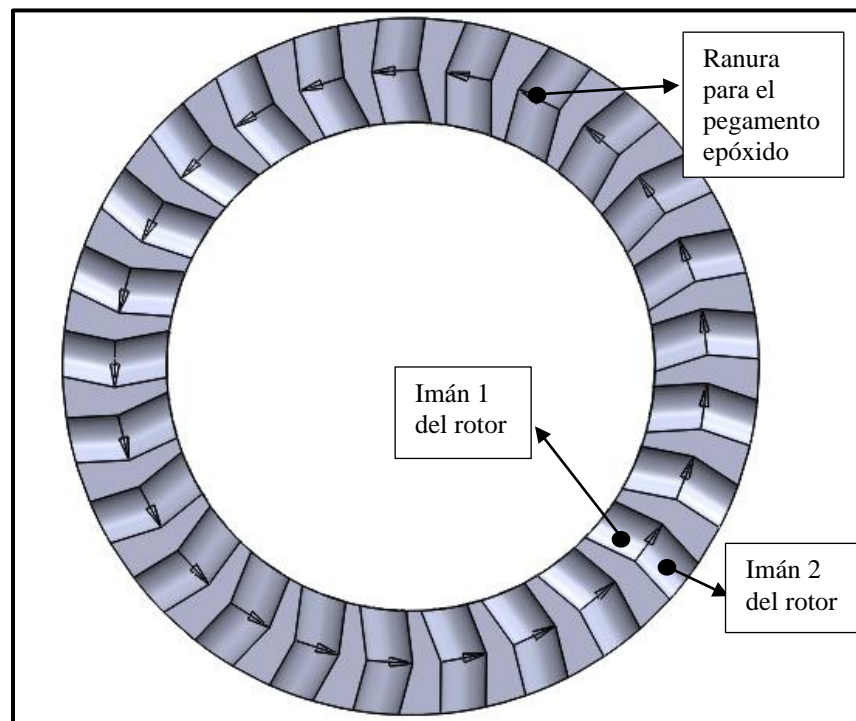
En la **figura 30** muestra claramente la fuerza y la dirección de hacia donde hace girar el estator principal a rotor, en este caso lo hace girar en sentido anti horario esto es debido a la forma de cómo se diseñó el motor magnético, en la posición 0 que es en la que se encuentra ahora el estator principal y el rotor es la posición de objeto de estudio de su alineamiento, teniendo en cuenta solo un imán para él estudio, esto permitirá una mayor facilidad para los cálculos justificativos, en la gráfica observamos 50 imanes de neodimio en el rotor y 37 imanes de neodimio en el estator principal.

Figura 31 Primera de las dos piezas que conformar el rotor.



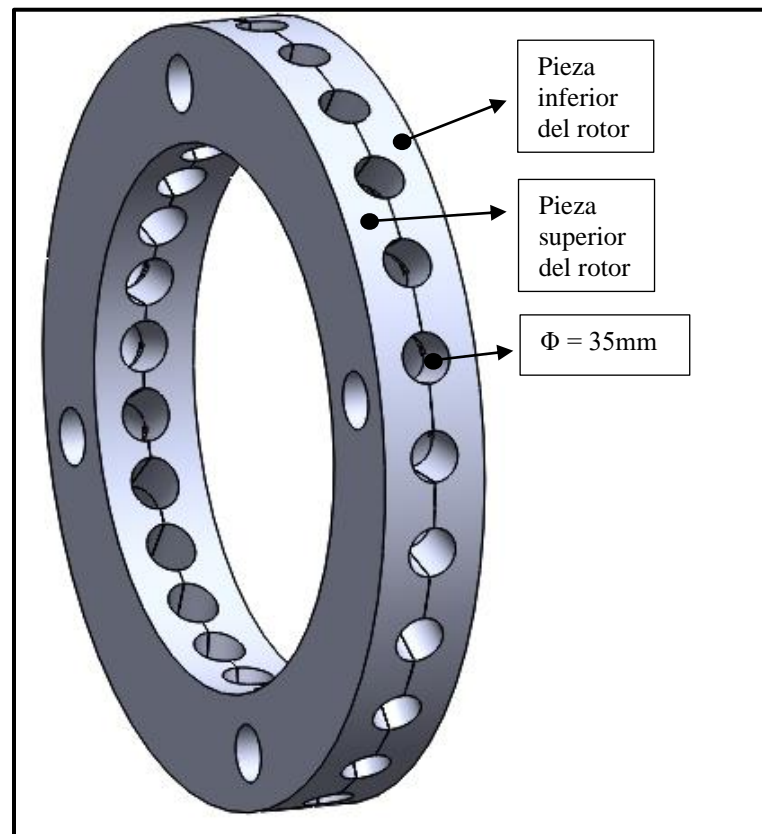
Diseñado en SolidWorks 3D 2018 Vista frontal del rotor.

Figura 32 Primera de las dos piezas que conformar el rotor.



Diseñado en SolidWorks 3D 2018 Vista trasera del rotor.

Figura 33 Rotor del motor magnético.

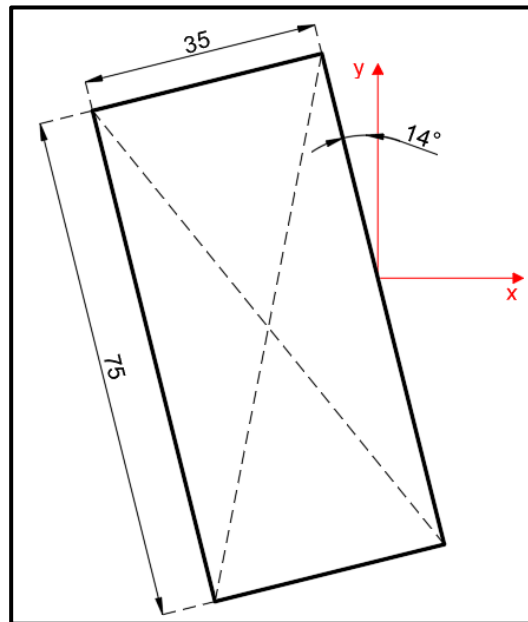


Diseñado en SolidWorks 3D 2018 Ensamble del rotor con la pieza superior e inferior.

3.4.3. Diseño del estator 2

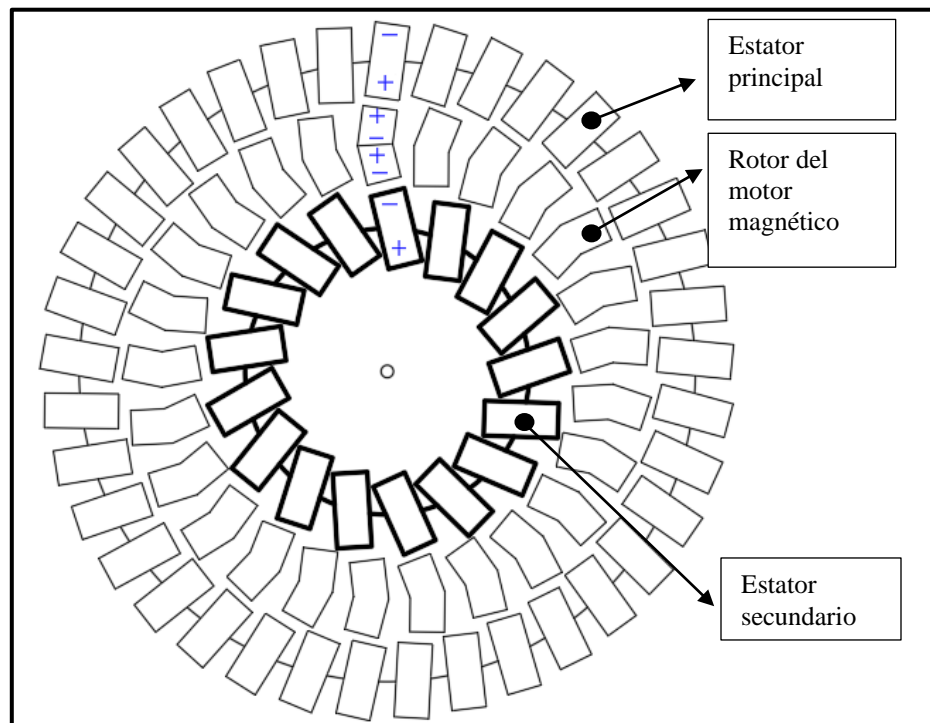
El estator dos está diseñado, para almacenar según su diámetro como máximo 17 imanes de neodimio, si pudiéramos colocar más lo haríamos, pero el diámetro no nos lo permite, en los estatores normalmente mientras más imanes haya es mejor, debido a que su fuerza de repulsión aumenta y la constancia con la que empuja al rotor para generar el giro es mayor, su relación, se toma este ángulo frente a frente con el imán del rotor.

Figura 34 Imán del estator secundario (estator 2)



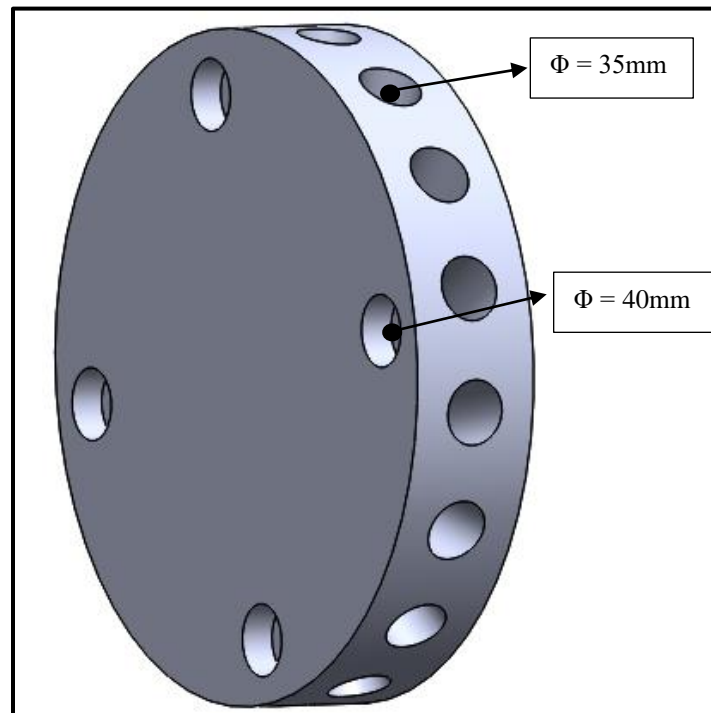
Diseñado en AutoCAD 2D 2018 Este imán es igual al del estator dos con el mismo diámetro y las mismas dimensiones solo que en distinta posición.

Figura 35 Estator secundario alineado con el rotor y el estator principal



Diseñado en AutoCAD 2D 2018 Alineación de los rotores con los estatores de estos se conformarán 4 ejes en serie.

Figura 36 Estator secundario del motor magnético.

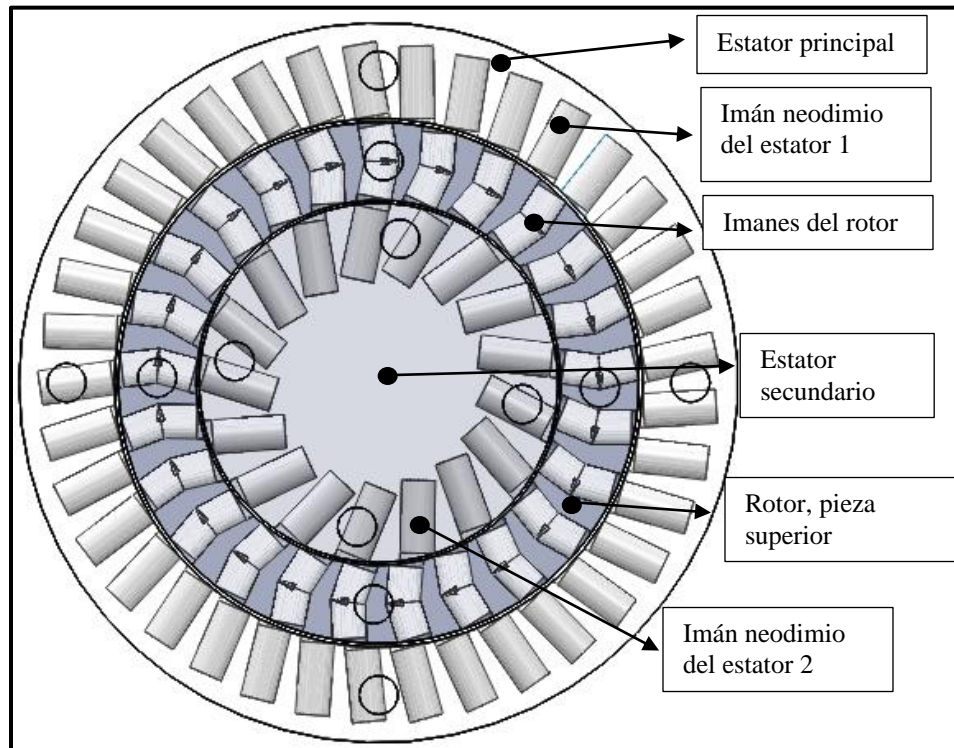


Diseñado en SolidWorks 3D 2018 Estator secundario forma parte de una de las tres piezas de un eje.

En la **figura 37** tenemos al sistema acoplado uno de los sistemas de motor magnético, en este caso lo será conformado por 4 de estos según lo que hemos estimado, para no tener problemas con el torque al momento de la generación, por lo que serán acoplados en serie y conectados por barras de acero que le darán más fuerza al momento del generar la rotación así mismo el estator 2 queda en el aire por lo que se diseñara una base que pueda superarlo en el aire y a su vez que sea concéntrico con el estator principal y el estator secundario para evitar pérdidas por vibración.

Sabiendo esto tendremos que diseñar una base que se ajuste a nuestras necesidades de diseño y poder dar por concluido el motor magnético con dos estatores y un rotor, siendo estos dos estatores lo que mejora eficientemente la rotación y el torque.

Figura 37 Sistema acoplado de rotación.



Diseñado en SolidWorks 3D 2018 Estator principal y estator secundario alineado con el rotor para generar la rotación anti horaria.

Figura 38 Motor magnético ensamblado, diseñado en SolidWorks 3D

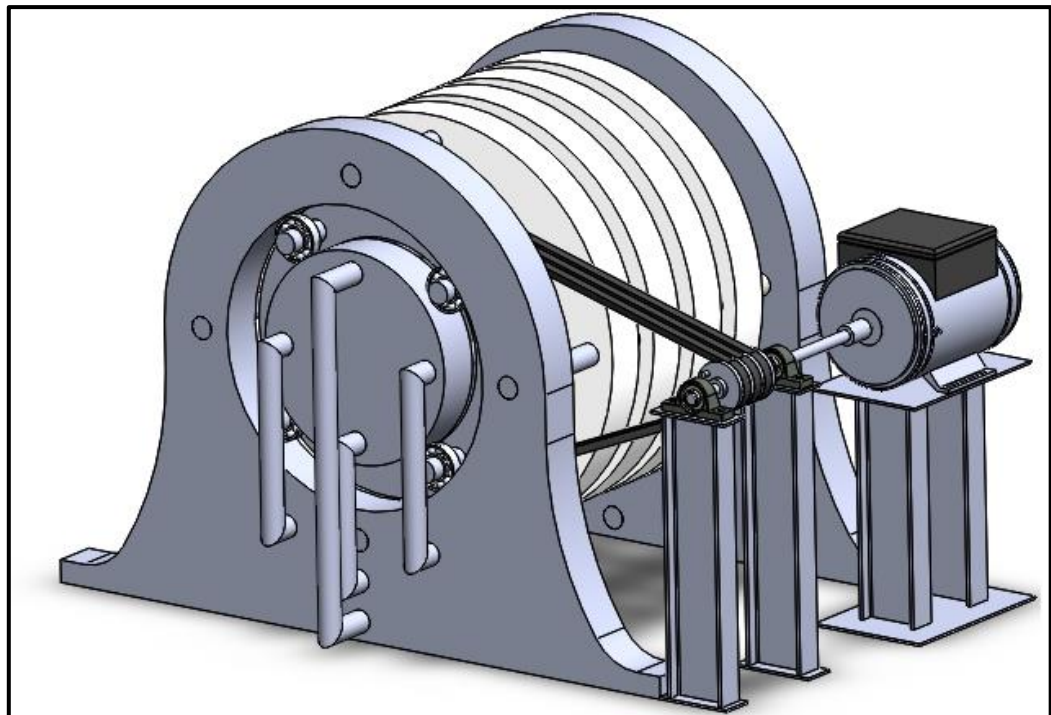
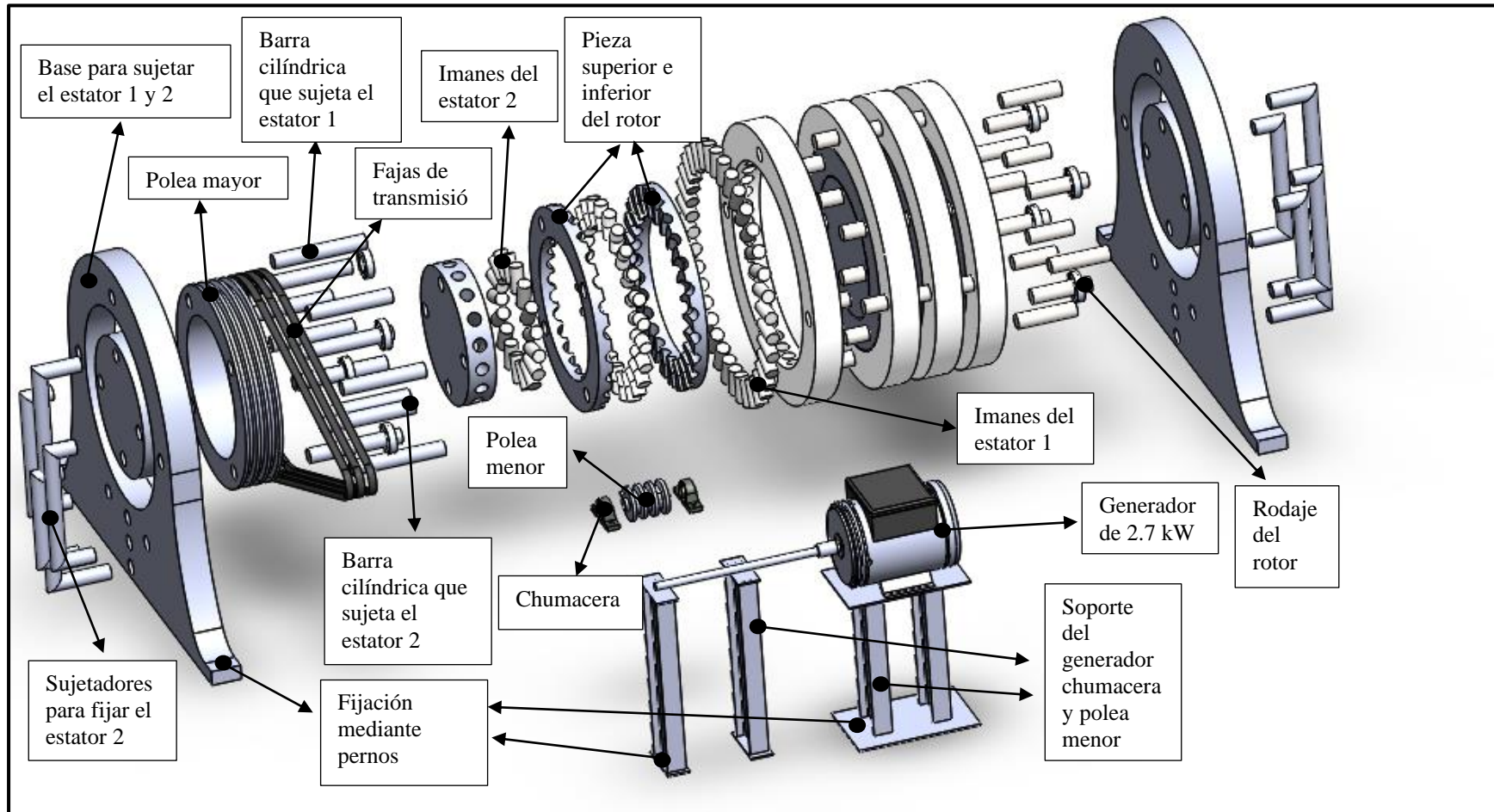


Figura 39 Vista explosiva del motor magnético.



Se considera en la vista explosiva que el estator principal es el estator 1 y el estator secundario es el estator 2

3.4.4. Densidad de flujo

La densidad de flujo es una propiedad dependiente de las dimensiones del imán, independientemente de sus factores naturales esta se halla considerando su diámetro y altura.

3.4.4.1. Densidad de flujo del imán ubicado en el estator

Independientemente si lo hallamos del estator 1 o del estator 2 la respuesta será la misma, por tener los dos las mismas dimensiones y áreas.

$$B_E = \frac{B_r}{2} \left(\frac{D + Z}{\sqrt{R^2 + (D + Z)^2}} - \frac{Z}{\sqrt{R^2 + Z^2}} \right)$$

$$B_E = \frac{1,3T}{2} \left(\frac{75 + 10}{\sqrt{17,5^2 + (75 + 17,5)^2}} - \frac{10}{\sqrt{17,5^2 + 10^2}} \right)$$

$$B = 0,3643T$$

3.4.5. Densidad de flujo del imán ubicado en el rotor

Independientemente si hallamos la densidad de flujo del imán superior o el imán inferior la densidad de flujo es la misma, en este caso debido a que su altura no es exacta tomamos una aproximada que es 37,5mm, esta sería la altura media del imán del rotor debido a su inclinación.

$$B_R = \frac{B_r}{2} \left(\frac{D + Z}{\sqrt{R^2 + (D + Z)^2}} - \frac{Z}{\sqrt{R^2 + Z^2}} \right)$$

$$B_R = \frac{1,3T}{2} \left(\frac{37,5 + 10}{\sqrt{17,5^2 + (37,5 + 17,5)^2}} - \frac{10}{\sqrt{17,5^2 + 10^2}} \right)$$

$$B_R = 0,5773T$$

3.4.6. Fuerza de repulsión entre imanes cilíndricos

La fuerza de repulsión al interactuar los imanes solo y únicamente nos dará un resultado correcto si consideramos el diámetro de los imanes iguales, y cuando estos interactúan en el vacío, es decir no existe ningún cuerpo que se oponga a sus campos magnético verticales en los polos sur y norte.

$$F = \left[\frac{\pi \mu (M^2 R^4)}{4} \right] \left[\frac{1}{z^2} + \frac{1}{(z + 2L)^2} - \frac{2}{(z + L)^2} \right]$$

Considerando que M “Coercividad del material” es igual a $\frac{B_0}{\mu_0}$ siendo B_0 el flujo magnético total, es decir la suma del flujo magnético del estator y el rotor y μ_0 el coeficiente de interacción $4\pi \times 10^{-3}$.

$$M = \frac{B_0}{\mu_0} = \frac{B_E + B_C}{\mu_0}$$

$$M = \frac{(0,34 + 0,577)T}{4\pi \times 10^{-3} \frac{T}{mA}}$$

$$M = 45,94 \frac{A}{m}$$

Teniendo la magnetización de los imanes hallamos la fuerza entre ellos considerando como L a la longitud del imán de mayor tamaño

$$F = \frac{\pi \cdot 1,05 \frac{T}{mA} \left(45,94 \frac{A}{m} \cdot 0,0175m^4 \right)}{4} \left(\frac{1}{0,001m^2} + \frac{1}{(0,001m + 2 \times 0,075m)^2} - \frac{2}{(0,001m + 0,075m)^2} \right)$$

$$F = 163,19T \cdot m \cdot A$$

Siendo $T = \frac{N \cdot s}{m \cdot C}$ y $C = A \cdot s$ dándonos así.

$$F = 163,19N$$

IV. RESULTADOS

4.1. DISEÑO DEL MOTOR MAGNÉTICO

4.1.1. Masa del imán en el rotor

Hallamos la masa del imán en el rotor para poder hallar la fuerza centrípeta, así como la fuerza resultante, siendo la primera la que nos ayudara a hallar la velocidad de rotación, como en el rotor existen dos imanes hallares la masa de un imán en el rotor, este tiene como dimensiones un radio de 35mm y una altura promedio de 37,5mm.

Volumen del cilindro

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot h$$

$$V = \pi(0,0175m)^2(0,0375)$$

$$V = 3,607 \cdot 10^{-5}m^3$$

Masa del imán neodimio en el rotor

$$m = V \cdot \rho$$

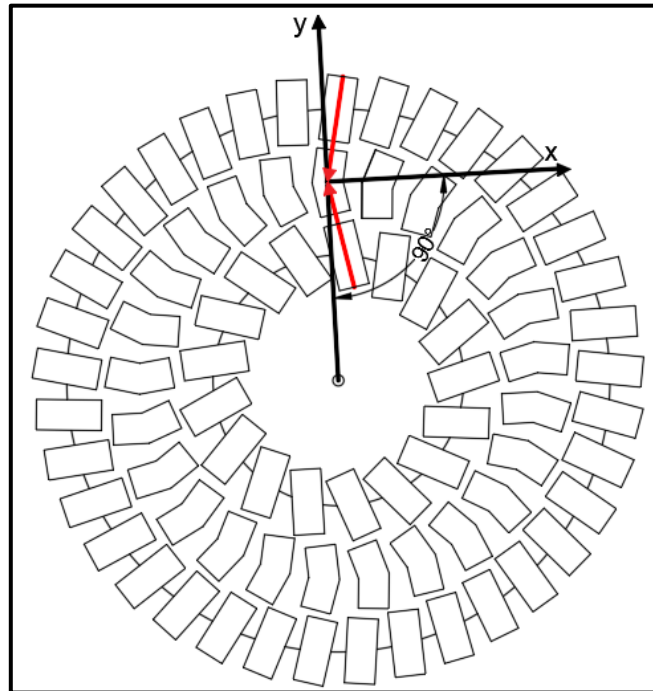
$$m = 3,607 \cdot 10^{-5} \cdot 7300 \frac{Kg}{m^3}$$

$$m = 0,2633 Kg$$

4.1.2. Torque en la interacción del rotor estator

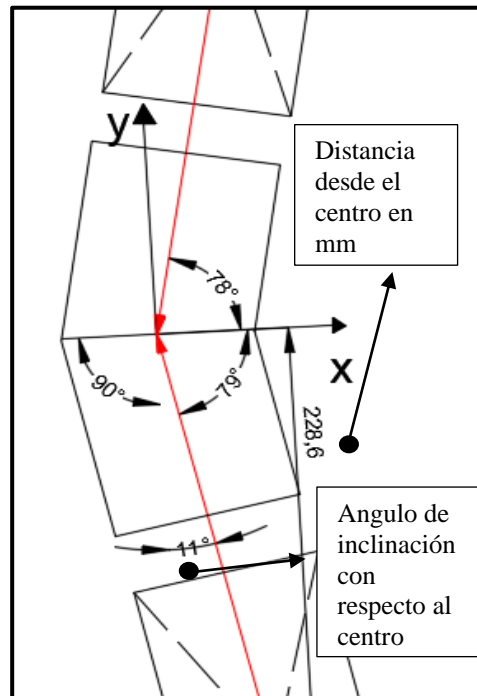
Las dos fuerzas que interactúan con el rotor generan una fuerza resultante la que hallaremos para obtener el torque y la fuerza centrípeta, trazamos una línea que choque perpendicularmente al imán para poder hallar estas fuerzas.

Figura 40 Dos fuerzas de interacción con el rotor



Diseñado en AutoCAD 2D 2018 Tanto el imán del estator principal como el imán del estator secundario interactúan con los imanes del rotor generando así una fuerza de repulsión.

Figura 41 Detalle de ángulos de inclinación de las fuerzas con respecto al centro



Diseñado en AutoCAD 2D 2018 Ángulos de inclinación con los que se podrá hallar las fuerzas de repulsión perpendiculares.

Como podemos observar en la **figura 41** el imán del estator principal y el imán del estator secundario está perfectamente alineados con los imanes del rotor, en este caso los dos imanes impulsan al rotor, cada uno con una fuerza de 163,19 N.

Para hallar la fuerza resultante primero descomponemos las fuerzas en el eje de las ordenadas y de las abscisas, siendo el opuesto el seno del ángulo y el adyacente el coseno del ángulo multiplicado por la fuerza, en este caso la fuerza sería la misma.

Fuerza resultante en el eje “X”

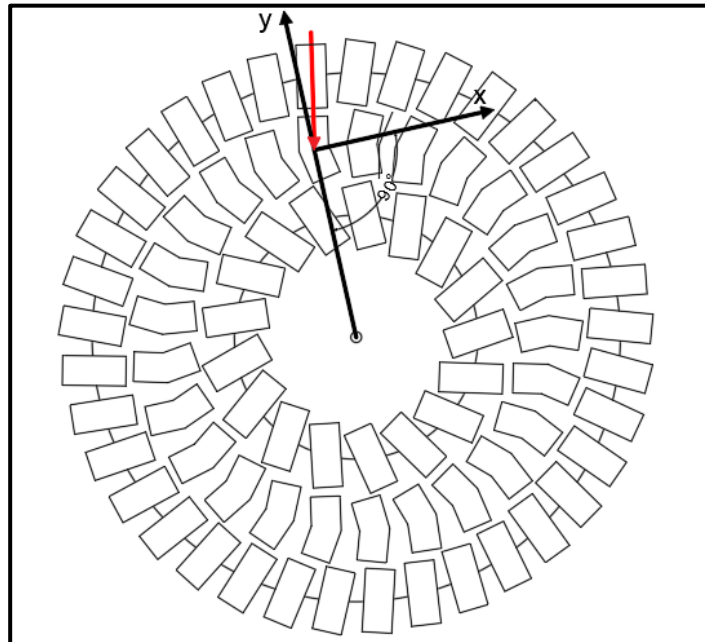
$$\sum F_{x1-2} = F_1 \cdot \cos(78) + F_2 \cdot \cos(79)$$

$$\sum F_{x1-2} = 163,2 \text{ N} \cdot \cos(78) + 163,5 \text{ N} \cdot \cos(79)$$

$$\sum F_{x1-2} = 65,07 \text{ N}$$

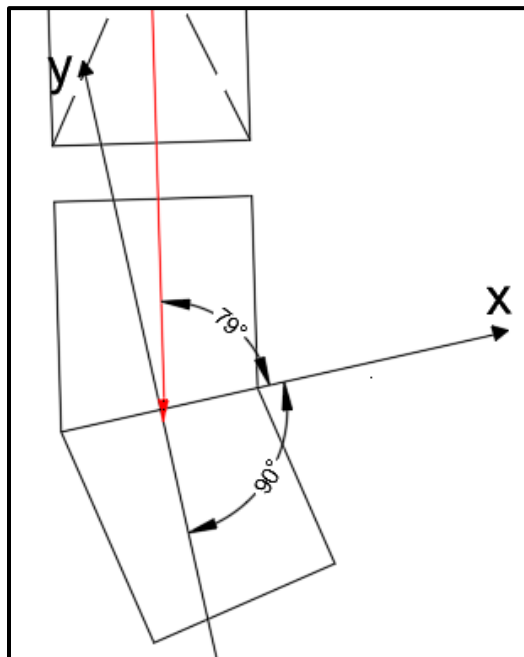
En la posición 0 que es la posición en la que está actualmente la máquina, donde se halla la fuerza resultante en “X” se ve una interacción de dos imanes, rotor, estator 1 y estator 2 en las siguientes posiciones mientras el imán va girando las interacciones varían, a veces la interacción es tan solo de un imán.

Figura 42 Interacción con el siguiente imán



Diseñado en AutoCAD 2D 2018 En este caso solo el imán del estator principal interactúa con el imán del rotor.

Figura 43 Detalle de ángulos de inclinación con una sola fuerza de repulsión



Diseñado en AutoCAD 2D 2018 Ángulo de inclinación con el que se podrá hallar la fuerza de repulsión perpendicular.

De la **figura 42** podemos observar que el rotor solo interactúa como el rotor principal que es el rotor 1, la flecha roja indica la fuerza con la que el imán de este, repele al imán del rotor perpendicularmente, esta fuerza será descompuesta con la finalidad de obtener solo la fuerza que se efectúa en el eje “X”, la línea azul es una línea que cae perpendicularmente en el imán del rotor.

Fuerza en el eje “X”

$$\sum F_{x1} = F \cdot \cos(79)$$

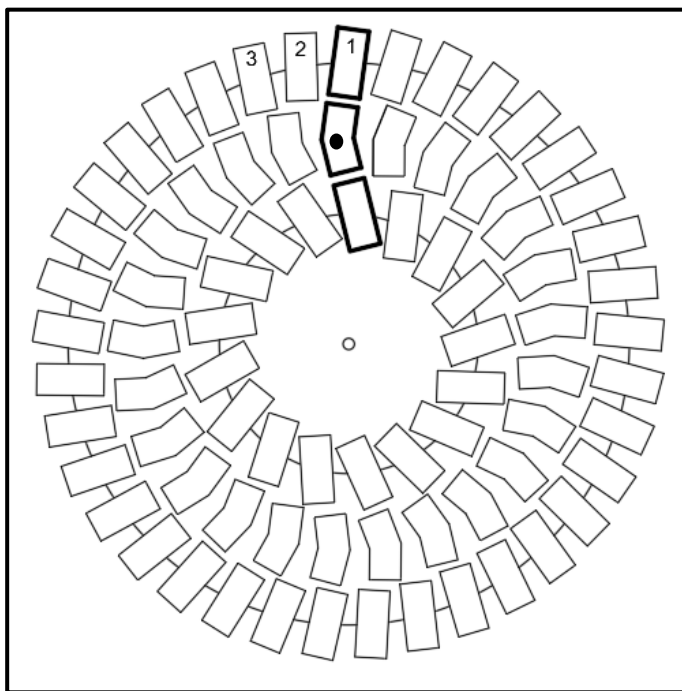
$$\sum F_{x1} = 163,2N \cdot \cos(79)$$

$$\sum F_{x1} = 31,14N$$

4.1.3. Interacciones entre imanes

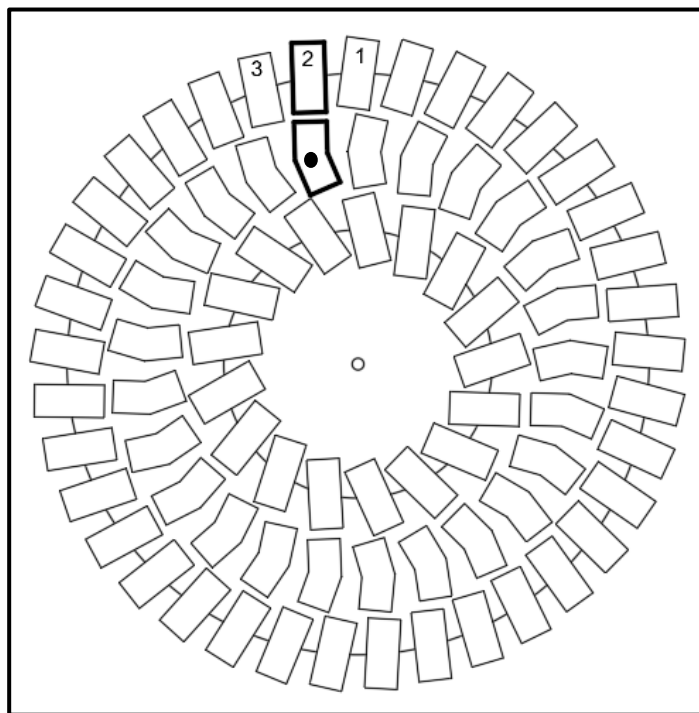
Teniendo en cuenta que las fuerzas serán las mismas nos ubiquemos en cualquier punto del rotor, hacemos una tabla de interacción con la que podremos saber cuando un imán en el rotor al girar 360°, cuantas veces interactúa con dos imanes y cuantas veces interactúa con un solo imán, obteniendo estos datos podemos saber una aproximación del torque; debido a que el rotor está constantemente en movimiento, las interacciones las haremos con un solo imán como estamos ejemplificando, luego los multiplicaremos por lo que tengamos en el rotor y en el estator, con la ayuda del programa AutoCad podemos saber con una aproximación viable las interacciones en la que estos imanes se alinean ya sea con uno o con dos.

Figura 44 Interacción con dos imanes



En la posición 1 existe doble interacción

Figura 45 Interacción con un imán



En la posición 2 existe solo una interacción

Se puede ver claramente en la **Figura 44** que en la posición 1 el imán 1 del rotor interactúa con el imán del estator principal que es el estator 1 y que en la misma posición el imán 2 del rotor interactúa con el imán del estator secundario que es el estator 2 generando así una doble repulsión en la posición 1.

Ahora bien, en la posición 2 podemos observar en la **Figura 45** que el imán 1 del rotor solo interactúa con el imán del estator principal generando así solo una fuerza de repulsión en la posición 2.

El estator principal tiene 37 imanes de neodimio, el rotor tiene 50 imanes de neodimio de los cuales esta unidos de dos en dos por lo que en realidad podemos observar 25, en el estator secundario tenemos 17, este número será la cantidad de interacciones dobles que tendrá el rotor con los dos estatores y serán 20 las interacciones con un solo imán del rotor.

Tabla 10 de interacciones en los imanes

	Estator Principal	Rotor	Estator Secundario
Posición 1	SI	SI	SI
Posición 2	SI	SI	NO
Posición 3	SI	SI	SI
Posición 4	SI	SI	NO
Posición 5	SI	SI	SI
Posición 6	SI	SI	NO
Posición 7	SI	SI	SI
Posición 8	SI	SI	NO
Posición 9	SI	SI	NO
Posición 10	SI	SI	SI
Posición 11	SI	SI	NO
Posición 12	SI	SI	SI
Posición 13	SI	SI	NO
Posición 14	SI	SI	SI

Posición 15	SI	SI	NO
Posición 16	SI	SI	SI
Posición 17	SI	SI	NO
Posición 18	SI	SI	SI
Posición 19	SI	SI	NO
Posición 20	SI	SI	NO
Posición 21	SI	SI	SI
Posición 22	SI	SI	NO
Posición 23	SI	SI	SI
Posición 24	SI	SI	NO
Posición 25	SI	SI	SI
Posición 26	SI	SI	NO
Posición 27	SI	SI	SI
Posición 28	SI	SI	NO
Posición 29	SI	SI	SI
Posición 30	SI	SI	NO
Posición 31	SI	SI	SI
Posición 32	SI	SI	NO
Posición 33	SI	SI	NO
Posición 34	SI	SI	SI
Posición 35	SI	SI	NO
Posición 36	SI	SI	SI
Posición 37	SI	SI	NO

En la **tabla 10** cada vez que se marca si en el estator secundario en que el imán del rotor interactúa con los dos estatores, en total tenemos 17 interacciones dobles y 20 interacción de un solo imán, teniendo la distancia hacia las fuerzas podemos obtener el torque generado por este sistema, siendo la distancia $D=228,6\text{mm}$.

$$TORQUE = \sum FX1 - 2. (Id). (D) + \sum FX1. (Is). (D)$$

Donde:

$\sum FX1 - 2$	Es la fuerza por interacción doble	(N)
$\sum FX1$	Es la fuerza por interacción simple	(N)
Id	Es la interacción doble	(adimensional)
Is	Es la interacción simple, con un imán	(adimensional)
D	Es la distancia desde el centro hasta la fuerza perpendicular	(m)

$$T = \sum FX1 - 2. (17). (0,2286m) + \sum FX1. (20). (0,2286)$$

$$T = 65,07N(17)(0,2286m) + 31,14. (20)(0,2286m)$$

$$T = 395.24 N.m$$

Esto solo es el torque de un sistema, posteriormente se definirá cuando sistemas así estarán acoplados en serie.

4.1.4. Fuerzas centrípetas

La fuerza centrípeta actúa perpendicularmente en el eje sea en dirección hacia él o hacia afuera estas fuerzas se suman para dar pie a la fuerza centrípeta en la **Figura 40** y en la **Figura 41** podemos observar que hay una línea que esta desde el centro del sistema hasta el imán perpendicularmente, la fuerza con la que el imán del estator secundario lo impulsa es de 163,2N con un ángulo de 11° la fuerza con la que actúa el estator principal también sería de 163,2 N este está a 78° con respecto al eje “X” perpendicular al eje por lo tanto tendremos.

Fuerza centrípeta en la interacción de dos imanes

$$F_{c_{1-2}} = F1. \text{Cos}(11) + F2. \text{Sen}(78)$$

Donde

F1 Es la fuerza del estator principal (N)

F2 Es la fuerza del estator secundario (N)

$$F_{c_{1-2}} = 163,2. \text{Cos}(11) + 163,2. \text{Sen}(78)$$

$$F_{c_{1-2}} = 319,83 \text{ N}$$

Teniendo en cuenta las interacciones, esta fuerza centrípeta interactúa 17 veces con el rotor, este dato tendremos que tenerlo en cuenta cuando hallemos la rotación.

Fuerza centrípeta en la interacción con un imán ver **Figura 43**

$$F_{c_1} = F1. \text{Cos}(11)$$

Donde

F1 Fuerza del estator principal (N)

$$F_{c_1} = 163,2. \text{Sen}(78)$$

$$F_{c_1} = 159,63 \text{ N}$$

4.1.5. Velocidad rotacional

La velocidad rotacional la hallamos con la fuerza centrípeta y la masa del imán neodimio, que interactúa con los imanes aceleración mediante su contacto con los estatores, hallando la velocidad rotacional de uno podemos estar seguros que los demás lo seguirán con la misma rotación debido a su ángulo de inclinación similar.

$$\omega^2 = \frac{F_{c_{total}}}{m. d}$$

$$\omega^2 = \frac{319,93(17) + 20(159,7)}{0,2633 \times 37 \times 0,2286}$$

$$\omega = \sqrt{3876,35}$$

$$\omega = 62.26 \frac{rad}{seg}$$

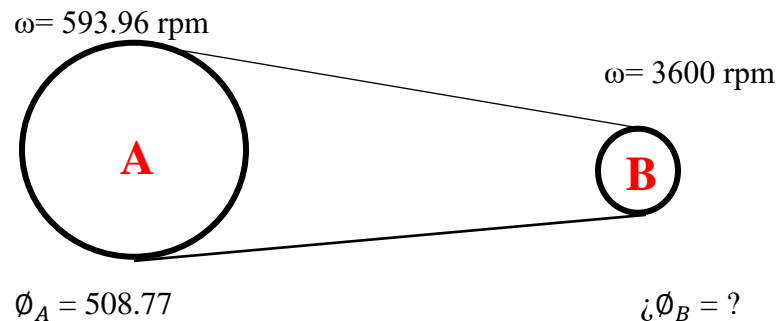
$$\omega = 593,96 \text{ rpm}$$

Teniendo en cuenta que el generador seleccionado necesita una velocidad de rotación de 3600 rpm se procede a hacer un estudio de poleas con la finalidad de poder transformar la velocidad rotacional que tenemos ahora a la que necesitamos para la generación de energía eléctrica.

4.1.6. Elevación de velocidad rotacional

Según el mecanismo diseñado se utilizará una polea con menor diámetro para poder elevar la velocidad rotacional para satisfacer los parámetros que nos hemos establecidos, a esto se le llama relación de transmisión.

Figura 46 Bandas de transmisión de potencia y velocidad angular



Como podemos observar en la **figura 46**, están conectados por tres bandas transportadoras en V, debido a su alto torque y velocidad rotacional, ahora con la ecuación de transmisión tenemos el radio que necesitamos en el acople para obtener 3600 rpm.

$$\omega_A \cdot \phi_A = \omega_B \cdot \phi_B$$

$$593,96 \text{ rpm} \cdot 508.77 \text{ mm} = 3600 \text{ rpm} \cdot \phi_B$$

$$\phi_B = 83.94 \text{ mm} \cong 84 \text{ mm}$$

4.1.7. Consumo en soles al cargar

Dado que el auto eléctrico lo conectaremos a nuestras casas, nos generara un costo adicional en nuestro recibo de electricidad, claro está no más del que gastaríamos en gasolina o petróleo, pero de igual manera tenemos que saber cuánto gastamos para saber qué tan factible es nuestro sistema.

Sabiendo que

$$P = V.I$$

Donde

P Es la potencia que consume el auto (W)

V Es el voltaje que usa el auto (V)

I Es la corriente que requiere el auto (A)

$$P = 230v.10A$$

$$P = 2300 w$$

Multiplicado por el tiempo que demora el auto en cargarse, que son 8 horas

$$Ph = 2300w.8h$$

$$Ph = 18,4 kWh$$

Para efectos de cálculo de aumenta un 18% del total.

$$Ph = 21,712 kWh$$

Ph es el consumo en potencia que al día consumiría nuestro auto eléctrico, lo multiplicamos por 30 para sacar el dinero que nos demandara mantener el auto eléctrico por un mes y siendo la tarida BT5 la más común, la usaremos para hallar dicho valor.

$$Psoles = 21,712 kWh.30dias(0,5564 \$/kWh)$$

$$Psoles = 362,41 soles/mes$$

A este valor le agregamos un 18% que será un aproximado, este valor lo definimos por los impuestos en Perú es de 18% contando también que la concesionaria nos cobra adicionales por consumo, así como el FOSE, por tal motivo se le agrega un 18% del valor total obtenido.

$$P_{soles} = 362.41 + 362.41 * 0.18 \text{ soles/mes}$$

$$P_{soles} = 427.64 \text{ soles/mes}$$

$$P_{soles} = 5131.72 \text{ soles/año}$$

4.1.8. Inversión total

Para hallar el costo total del motor magnético, así como el generador, en algunas partes se asumirá, debido a la compleja forma del motor magnético sus partes son muy difíciles de fabricar, pero teniendo en cuenta una aproximación casi exacta podremos sacar el costo beneficio de la implementación del motor magnético en un auto eléctrico.

MATERIAL	UNIDADES	DIMENSIONES	VALOR	INVERSIÓN
TECATEC PEEK MT CW50 black Estator principal	1x4	Φ int = 741.75 mm Φ ext = 554.11 mm	60 soles	240 soles
TECAPEEK CF30 black Estator secundario	1x4	Φ ext = 370.13	40 soles	160 soles
TECAPEEK CF30 black Rotor pieza superior e inferior	2x4	Φ ext = 537.05 mm Φ int = 376.61 mm	35 soles	280 soles
Chumacera SKF SY 40 TF/VA201	1x2	Φ = 40 mm	15 soles	30 soles

Fierro hueco cilíndrico de 40mmx160mm	4x1	Φ ext = 20 mm	8 soles	32 soles
Fierro hueco cilíndrico de 40mmx80mm	4x5	Φ ext = 20 mm	4 soles	80 soles
Fierro hueco cilíndrico de 40mmx120mm	4x1	Φ ext = 20 mm	7.5 soles	30 soles
Fierro hueco cilíndrico de 40mmx225mm	4x1	Φ ext = 20 mm	9.5 soles	38 soles
Fierro cilíndrico de 40mmx250mm	1x1	Φ ext = 20 mm	10.5 soles	10.5 soles
Generador o Alternador	1	294x199.5 mm	1500 soles	1500
Imanes de los estatores	54x4	35x75 mm	40 soles	8640
Imanes del rotor	50x4	35x37.5mm	22.5 soles	4500
Mano de obra	1		2400	2400
Base de sujeción para el motor magnético y el generador	1x2	1250x900mm	110	220
Rodajes para el rotor	2x4	Φ int = 20 mm	15	120
			TOTAL	18280.5 soles

4.1.9. Análisis de la evaluación económica

Teniendo en cuenta la inversión y el ahorro anual con el motor magnético acoplado procedemos a hallar el análisis de costo beneficio, con una tasa de interés del 10%.

DETALLE	PERIODO					
	0	1	2	3	4	5
FLUJO NETO EFECTIVO PROYECTADO	18280.5	5131.72	5131.72	5131.72	5131.72	5131.72

Nro.	FNE
0	-18280.5
1	5131.72
2	5131.72
3	5131.72
4	5131.72
5	5131.72
VAN	S/1,324.39
TIR	13%

Como resultado del estudio económico tenemos un VAN (valor actual neto) positivo y una TIR (tasa interna de retorno) con un porcentaje mayor a la tasa de interés, que para este proyecto hemos considerado como 10%, dándonos así una TIR del 13%.

V. CONCLUSIONES

- Tras la evaluación de las especificaciones técnicas del automóvil, obteniendo la potencia y voltaje que requieren las baterías para ser cargadas satisfactoriamente se llegó a la conclusión que se necesita un alternador de 3600 rpm, con una potencia de 2700 w, cumpliendo así con lo que se necesario para que el sistema sea cargado.
- Al acoplar el motor magnético al sistema del auto eléctrico, se encontró una mejora de autonomía del 25%, misma que nos permite recorrer unos 40km más de la autonomía natural del auto eléctrico.
- Luego de evaluar los motores magnéticos anteriores y ver la relación que existe entre el número de imanes del estator y el número de imanes del rotor, así como sus ángulos de inclinación se llegó a la conclusión que el estator principal constara de 37 imanes de neodimio, el rotor con 25x2 imanes de neodimio y por último el estator secundario con 17 imanes de neodimio.
- Al ejecutar la evolución económica nos damos cuenta lo viable que es el motor magnético en un auto eléctrico, teniendo un retorno de lo invertido en menos de 4 años, se llegó a la conclusión que es beneficioso para nuestra economía instalar un motor magnético para la generación de energía mecánica en nuestros autos eléctricos, debido a su potencia no solo funcionaria en el auto i-MIEV de Mitsubishi sino también en un Tesla o en cualquier otro auto eléctrico.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- [1] A. Salehi-Khojin, "elperiodicodelaenergia," 15 11 2017. [Online]. Available: <https://elperiodicodelaenergia.com/la-primera-bateria-de-co2-litio-del-mundo-es-neutra-en-carbono-totalmente-recargable-y-con-hasta-500-ciclos-de-carga/>. [Accessed 03 10 2018].
- [2] M. S. A. Buj, 15 02 2017. [Online]. [Accessed 03 10 2018].
- [3] C. Y. G. Huamán, El motor magnético en el generador del auto eléctrico, Lima, 2016.
- [4] A. Ridha, "Diseño y simulación de un motor de imanes permanentes de energía libre," *RESEARCHGATE*, vol. I, no. 5, p. 11, 2016.
- [5] F. E. V. Leal, Diseño y Simulación de un Prototipo Motor Generador Magnético de Imanes Permanentes, GUANAJUATO, 2016.
- [6] J. F. H. Peraza, ¿Energía libre? Motor magnético impulsado por imanes permanentes, Brasil, 2017.
- [7] M. Brady, "Permanent Magnet Machine". Rusia Patent WO2006/045333A1, 2006 05 04.
- [8] P. Kelly, 14 05 2015. [Online]. Available: <http://www.free-energy-info.co.uk/Chapt1SA.html>. [Accessed 25 11 2018].
- [9] "OLADE," 2017. [Online]. Available: <http://sielac.olade.org/consultas/infograma-simplificado-balance-energetico.aspx?or=545&ss=2&v=3>. [Accessed 03 10 2018].
- [1] "Electrico vs Combustion," 16 09 2017. [Online]. Available: <http://electromovilidad.net/comparativa-coche-electrico-vs-coche-combustion/>. [Accessed 3 10 2018].
- [1] J. T. Pacheco, "Osinermining," 25 12 2014. [Online]. Available: http://www.osinergmin.gob.pe/newweb/pages/Publico/cop20/uploads/Jesus_Tamayo-El_Sector_Transporte_Terrestre-Usode_la_Energia_y_sus_Impactos_en_el_Cambio_Climatico.pdf. [Accessed 03 10 2018].

- [1 J. M. R. ANTONIO HERNANDO, "FISICA DE LOS MATERIALES MAGNETICOS," 2001.
2]
- [1 J. M. R. ANTONIO HERNANDO, "FISICA DE LOS MATERIALES MAGNETICOS," 2001.
3]
- [1 J. M. R. ANTONIO HERNANDO, "FISICA DE LOS MATERIALES MAGNETICOS," 2015.
4]
- [1 D. J. Griffiths, Introduction to Electrodynamics, Prentice hall, 1999.
5]
- [1 J. y. F. Knight, "College Physics," p. 815, 2007.
6]
- [1 C. y. Graham, "Introducción a los materiales magnéticos," p. 103, 2008.
7]
- [1 F. Cardarelli, Manual de materiales, Salvador, 2008, p. 493.
8]
- [1 R. y. Halliday, "waybackmachine," 16 05 2015. [Online]. Available:
9] https://web.archive.org/web/20100709205321/http://geophysics.ou.edu/solid_earth/notes/mag_basic/mag_basic.html. [Accessed 14 04 2019].
- [2 "Supermagnete," [Online]. Available: <https://www.supermagnete.es/faq/Como-se-calcula-la-densidad-de-flujo>. [Accessed 14 04 2019].
- [2 H. R. C. J. A. V. George S. Brady, MATERIAL HANDBOO 10ma Edicion, Washington: Reviews,
1] 2000.
- [2 WaybackMachine, "Magnetic Fiels and Forces," 15 11 2018. [Online]. Available:
2] <https://web.archive.org/web/20120220030524/http://instruct.tri-c.edu/fgram/web/Mdipole.htm>. [Accessed 14 04 2019].

- [2] C. surrey, "The force produced by a magnetic field," 8 07 2010. [Online]. Available:
3] <http://info.ee.surrey.ac.uk/Workshop/advice/coils/force.html>. [Accessed 14 04 2019].

VII. ANEXOS

Anexo 1 Propiedades físicas y mecánicas del TECATEC PEEK CW 50 black



TECATEC PEEK MT CW50 black - División de semielaborados

Designación química

PEEK (Polietereftercetona)

Color

negro opaco

Densidad

1.52 g/cm³

Proceso de fabricación: moldeo por compresión

Características principales

- biocompatible
- elevada resistencia mecánica
- elevada estabilidad dimensional
- muy buen esterilizable
- retardante a la llama inherente
- alta temperatura de deformación bajo carga (HDT)

Sectores estratégicos

- ingeniería mecánica
- industria médica

<i>Propiedades mecánicas</i>	<i>parámetro</i>	<i>valor</i>	<i>unidad</i>	<i>norma</i>	
Módulo de elasticidad (ensayo a tracción)	1mm/min; average of w arp and w eft	51700	MPa	DIN EN ISO 527-2	1)
Resistencia a tracción	50mm/min, 50 N; average of w arp and w eft	500	MPa	DIN EN ISO 527-2	
Resistencia a flexión	10mm/min, 10 N; average of w arp and w eft	750	MPa	DIN EN ISO 178	2)
Módulo de elasticidad (ensayo a flexión)	10mm/min, 10 N; average of w arp and w eft	48000	MPa	DIN EN ISO 178	
Módulo de compresión	10mm/min, 5 N; average of w arp and w eft	3900	MPa	EN ISO 604	
Módulo de compresión	10mm/min, 5 N; thickness	2400	MPa	EN ISO 604	
<i>Propiedades térmicas</i>	<i>parámetro</i>	<i>valor</i>	<i>unidad</i>	<i>norma</i>	
Temperatura de transición vítrea		143	°C	DIN EN ISO 11357	1)
Temperatura de fusión		343	°C	DIN EN ISO 11357	
Temperatura de servicio	long term	260	°C		
Expansión térmica (CLTE)	23-80°C, w arp	0,5	10 ⁻⁵ K ⁻¹	DIN EN ISO 11359-1;2	
Expansión térmica (CLTE)	23-80°C, fill	0,5	10 ⁻⁵ K ⁻¹	DIN EN ISO 11359-1;2	
Expansión térmica (CLTE)	23-80°C, thickness	5	10 ⁻⁵ K ⁻¹	DIN EN ISO 11359-1;2	
<i>Otras propiedades</i>	<i>parámetro</i>	<i>valor</i>	<i>unidad</i>	<i>norma</i>	
Absorción de agua	48h, 80°C	0.15	%	DIN EN ISO 62	
Resistencia al agua caliente		+		-	1)
Resistencia a la intemperie		-		-	2)
Resistencia a la llama (UL94)	corresponding to	V0		DIN IEC 60695-11-10;	3)

Anexo 2 Propiedades físicas y mecánicas del GF30 black



TECAMID 6 GF30 black - División de semielaborados

Designación química

PA 6 (Poliamida 6)

Color

negro opaco

Densidad

1.36 g/cm³

Carga

fibra de vidrio

Características principales

- elevada resistencia mecánica
- resistente a varios aceites y grasas
- buenas propiedades al desgaste
- buena adhesividad y soldabilidad
- elevada estabilidad dimensional
- alta temperatura de deformación bajo carga (HDT)
- buena mecanizabilidad

Sectores estratégicos

- ingeniería mecánica
- electrónica
- automoción

Información generada después de mecanizar (clima estándar en Alemania).

<i>Propiedades mecánicas</i>	<i>parámetro</i>	<i>valor</i>	<i>unidad</i>	<i>norma</i>	
Módulo de elasticidad (ensayo a tracción)	1mm/min	5700	MPa	DIN EN ISO 527-2	1)
Resistencia a tracción	50mm/min	98	MPa	DIN EN ISO 527-2	
Tensión límite elástico	50mm/min	98	MPa	DIN EN ISO 527-2	
Elongación a la fluencia	50mm/min	4	%	DIN EN ISO 527-2	
Elongación a rotura	50mm/min	5	%	DIN EN ISO 527-2	
Resistencia a flexión	2mm/min, 10 N	140	MPa	DIN EN ISO 178	2)
Módulo de elasticidad (ensayo a flexión)	2mm/min, 10 N	5200	MPa	DIN EN ISO 178	
Resistencia a compresión	1% / 2% / 5% 5mm/min, 10N	21/42/107	MPa	EN ISO 604	3)
Módulo de compresión	5mm/min, 10 N	4200	MPa	EN ISO 604	4)
Resistencia al impacto (Charpy)	máx. 7,5J	60	kJ/m ²	DIN EN ISO 179-1eU	5)
Dureza por indentación de bola		232	MPa	ISO 2039-1	6)
<i>Propiedades térmicas</i>	<i>parámetro</i>	<i>valor</i>	<i>unidad</i>	<i>norma</i>	
Temperatura de transición vítrea		49	°C	DIN EN ISO 11357	1)
Temperatura de fusión		218	°C	DIN EN ISO 11357	
Temperatura de servicio	corto tiempo	180	°C		2)
Temperatura de servicio	servicio continuo	100	°C		
Expansión térmica (CLTE)	23-60°C, long.	6	10 ⁻⁵ K ⁻¹	DIN EN ISO 11359-1;2	
Expansión térmica (CLTE)	23-100°C, long.	6	10 ⁻⁵ K ⁻¹	DIN EN ISO 11359-1;2	
Calor específico		1.3	J/(g*K)	ISO 22007-4:2008	
Conductividad térmica		0.41	W/(K*m)	ISO 22007-4:2008	
<i>Propiedades eléctricas</i>	<i>parámetro</i>	<i>valor</i>	<i>unidad</i>	<i>norma</i>	
Resistencia superficial específica	Electrodo de plata, 23°C, 12% h.r.	10 ¹⁴	Ω	DIN IEC 60093	1)
Resistencia volumétrica específica	Electrodo de plata, 23°C, 12% h.r.	10 ¹⁴	Ω*cm	DIN IEC 60093	2)
Rigidez dieléctrica	23°C, 50% h.r.	32	kV/mm	ISO 60243-1	3)
Resistencia al tracking (CTI)	Electrodo de platino, 23°C, 50% h.r., solv. A	550 / 475	V	DIN EN 60112	
<i>Otras propiedades</i>	<i>parámetro</i>	<i>valor</i>	<i>unidad</i>	<i>norma</i>	
Absorción de agua	24h / 96h (23°C)	0.2 / 0.3	%	DIN EN ISO 62	1)
Resistencia al agua caliente		(+)		-	2)
Resistencia a la intemperie		(+)			
Resistencia a la llama (UL94)	corresponde a	HB		DIN IEC 60695-11-10;	3)

Anexo 2 Propiedades físicas y mecánicas del CF20 black

TECAMID 66 CF20 black - División de semielaborados**Designación química**

PA 66 (Poliamida 66)

Color

negro opaco

Densidad1.23 g/cm³**Carga**

fibra de carbono

Características principales

- elevada rigidez
- sin conductividad definida
- buenas propiedades al desgaste
- alta temperatura de deformación bajo carga (HDT)
- elevada estabilidad dimensional
- resistente a varios aceites y grasas
- buena adhesividad y soldabilidad

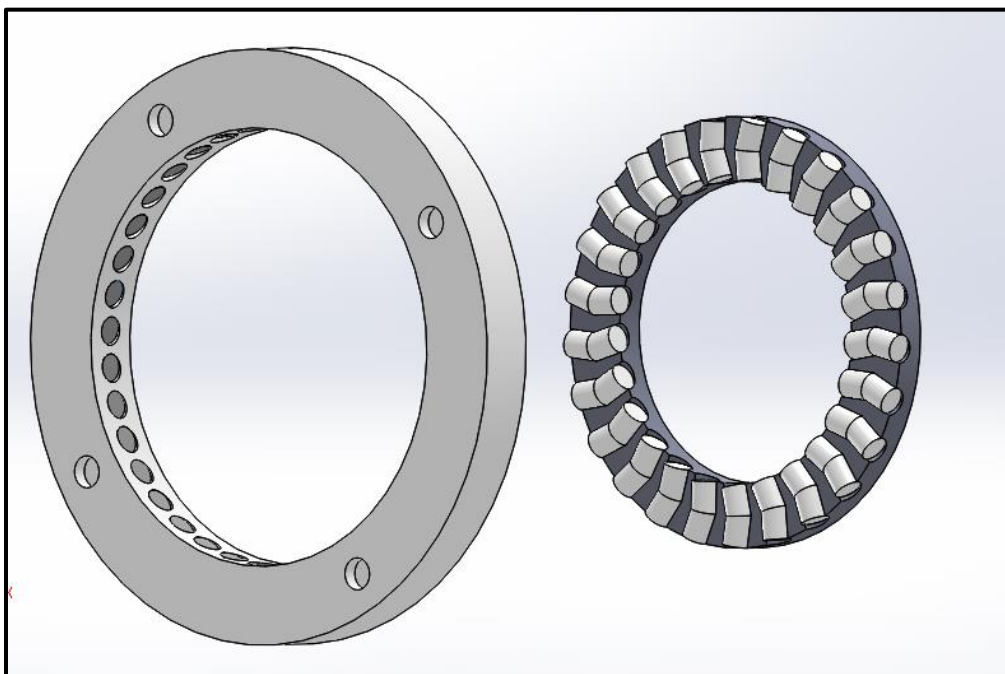
Sectores estratégicos

- ingeniería mecánica
- automoción

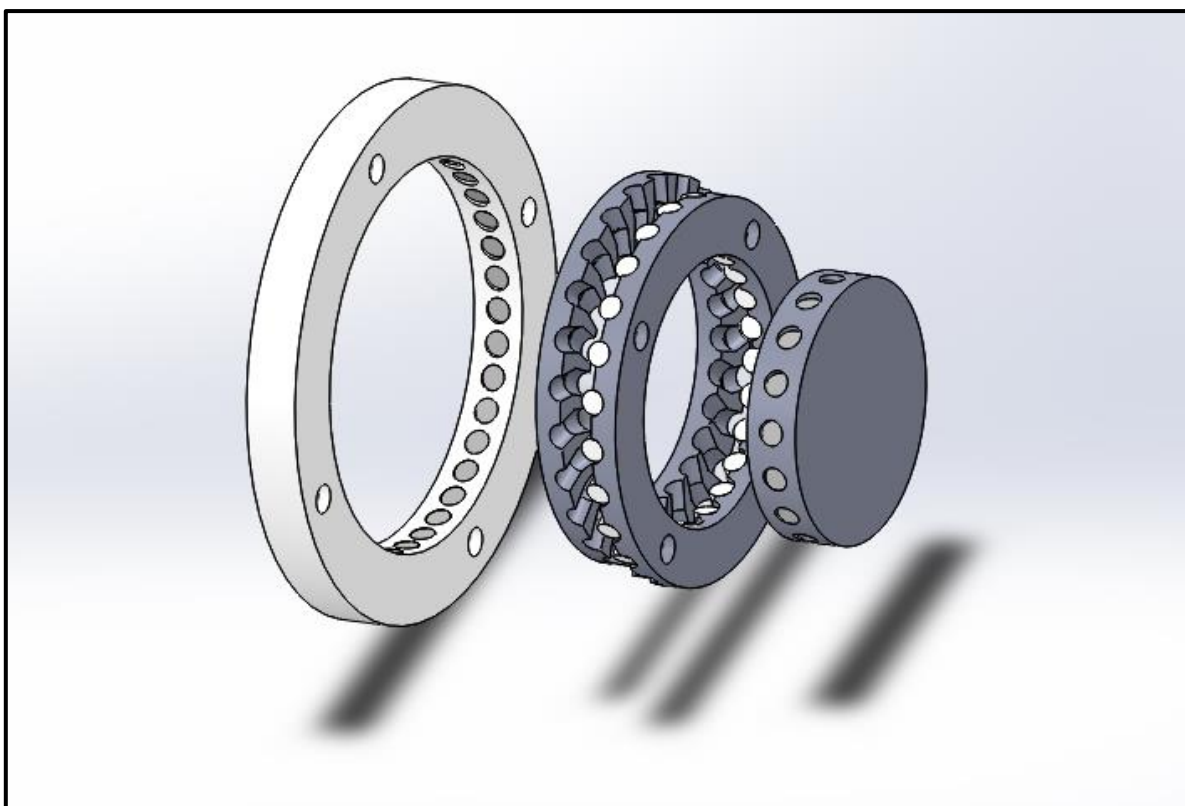
Información generada después de mecanizar (clima estándar en Alemania).

Propiedades mecánicas	parámetro	valor	unidad	norma	
Módulo de elasticidad (ensayo a tracción)	1mm/min	5100	MPa	DIN EN ISO 527-2	1)
Resistencia a tracción	50mm/min	104	MPa	DIN EN ISO 527-2	
Tensión límite elástico	50mm/min	104	MPa	DIN EN ISO 527-2	
Elongación a la fluencia	50mm/min	12	%	DIN EN ISO 527-2	
Elongación a rotura	50mm/min	13	%	DIN EN ISO 527-2	
Resistencia a flexión	2mm/min, 10 N	135	MPa	DIN EN ISO 178	2)
Módulo de elasticidad (ensayo a flexión)	2mm/min, 10 N	4300	MPa	DIN EN ISO 178	
Resistencia a compresión	1% / 2% / 5% 5mm/min, 10N	16/33/89	MPa	EN ISO 604	3)
Módulo de compresión	5mm/min, 10 N	3800	MPa	EN ISO 604	4)
Resistencia al impacto (Charpy)	máx. 7,5J	116	kJ/m ²	DIN EN ISO 179-1eU	5)
Dureza por indentación de bola		200	MPa	ISO 2039-1	6)
Propiedades térmicas	parámetro	valor	unidad	norma	
Temperatura de transición vítrea		48	°C	DIN EN ISO 11357	1)
Temperatura de fusión		251	°C	DIN EN ISO 11357	
Temperatura de servicio	short term	170	°C		2)
Temperatura de servicio	servicio continuo	100	°C		
Expansión térmica (CLTE)	23-60°C, long.	9	10 ⁻⁵ K ⁻¹	DIN EN ISO 11359-1;2	
Expansión térmica (CLTE)	23-100°C, long.	10	10 ⁻⁵ K ⁻¹	DIN EN ISO 11359-1;2	
Calor específico		1.4	J/(g*K)	ISO 22007-4:2008	
Conductividad térmica		0.72	W/(K*m)	ISO 22007-4:2008	
Propiedades eléctricas	parámetro	valor	unidad	norma	
Resistencia superficial específica		10 ⁴ -10 ¹⁰	Ω	DIN EN 61340-2-3	
Resistencia volumétrica específica		10 ³ -10 ⁹	Ω*cm	DIN EN 61340-2-3	
Otras propiedades	parámetro	valor	unidad	norma	
Absorción de agua	24h / 96h (23°C)	0.1 / 0.3	%	DIN EN ISO 62	1)
Resistencia al agua caliente		(+)		-	2)
Resistencia a la intemperie		(+)			
Resistencia a la llama (UL94)	corresponde a	HB		DIN IEC 60695-11-10;	3)

Anexo 6 Acoplamiento Estator principal y rotor



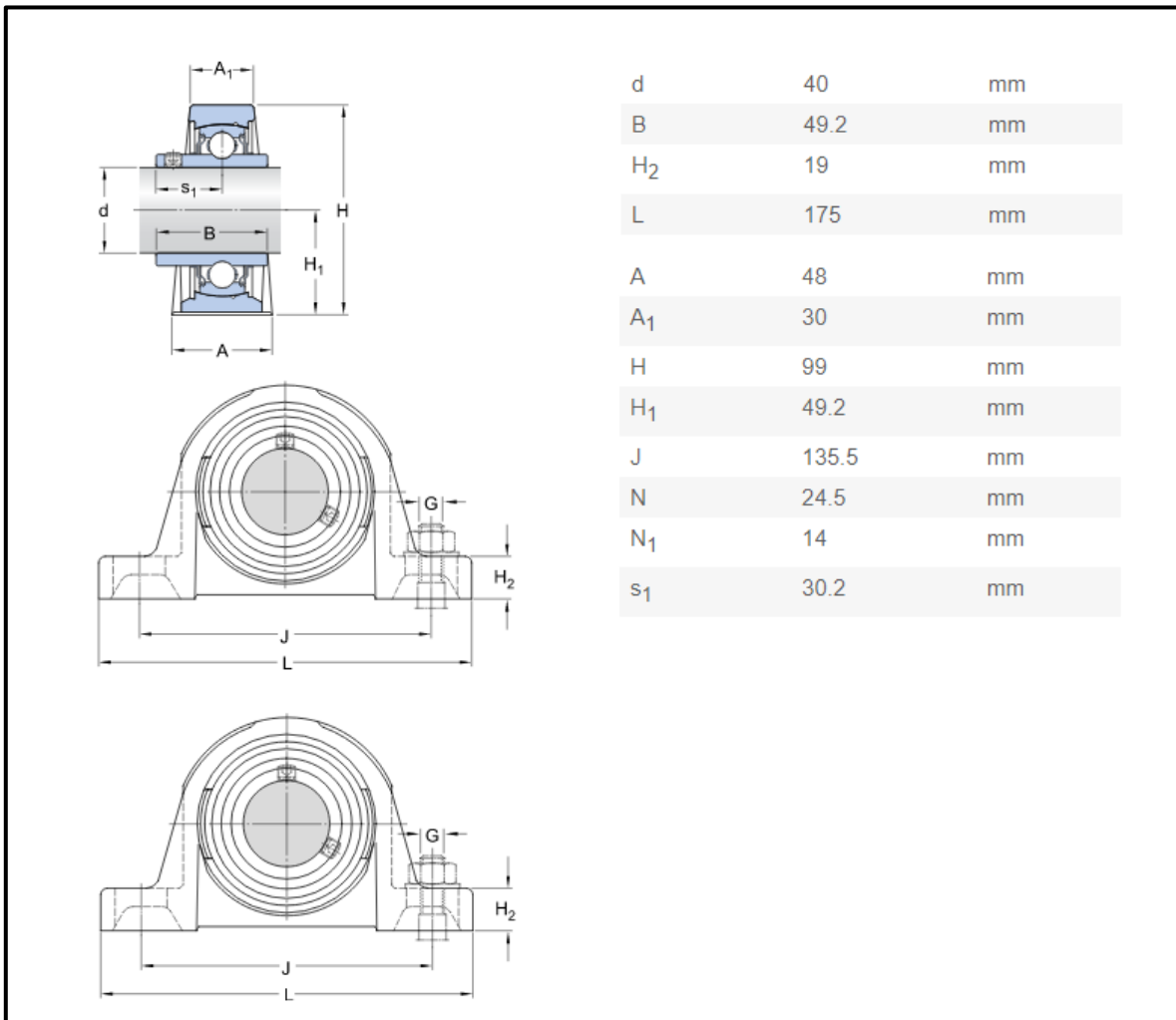
Anexo 7 Acoplamiento estator principal, rotor y estator secundario



Anexo 8 Propiedades físicas del acero suave

Calidad	Designación DIN	Composición química (valores orientativos en %)								
		C	Si	Mn	Cr	Mo	V	W	Co	Otros
1.3243	HS 6-5-2-5 (M35)	0,92	-	-	4,10	5,00	1,90	6,40	4,80	-
1.3247	HS 2-10-1-8 (M42)	1,08	-	-	4,10	9,50	1,20	1,50	8,00	-
1.3343	HS 6-5-2 C (M2)	0,90	-	-	4,10	5,00	1,90	6,40	-	-
1.3344	HS 6-5-3 (M3/2)	1,22	-	-	4,10	5,00	2,90	6,40	-	-

Anexo 9 Dimensiones de la chumacera



Anexo 9 Dimensiones del alternador E1C10S B de LINZ ELECTRIC

