

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN

“Diseño de motor embebido para un sistema de propulsión de un vehículo eléctrico.”

TÉSIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO MECÁNICO

PRESENTA:

CESAR MARAVILLAS APARICIO

ASESOR:

M. en I HUMBERTO MANCILLA ALONSO



Universidad Nacional
Autónoma de México

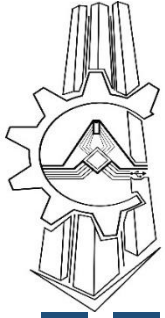


UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

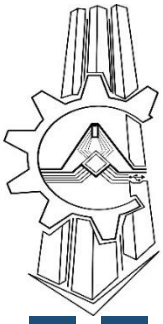
El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



Agradecimientos

Son los recuerdos que acompañan tu silueta por cada lugar a donde vas...

Boca floja.



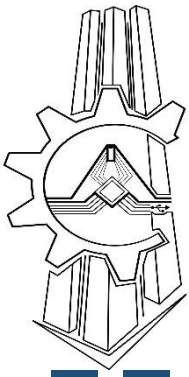
Dedicatorias



Contenido

Agradecimientos	1
Dedicatorias	3
Introducción	7
1. Antecedentes	9
1.1 B-Trike (Antecedentes del proyecto).	10
1.2 Tipos de Motores	12
Motores eléctricos	12
1.3 Actuador de desplazamiento Lineal Magnético para la Formula SAE.	13
1.4 Magnetismo.	15
2. Levantamiento	16
2.1 Necesidad	17
2.2 Análisis del problema.	19
2.3 Especificaciones.	20
2.4 Objetivo	21
2.5 Estado del arte.	21
2.5.1 Medios de transporte público.....	21
2.5.2 Medios de transporte privado	24
2.5.3 Osmos-wheels (rueda orbital).....	25
3. Diseño conceptual	26
3.1 Generación de concepto	27
3.2 Selección de concepto.....	33
3.5 Diseño eléctrico.....	37
4. Diseño de detalle	39
4.1 Análisis de movimiento.	40
4.1.1 electroimán.	40
4.1.2 Interacción de las fuerzas.....	41
4.2 Calculo de potencia requerida.	47
4.3 Configuración.	50
4.3.1 Configuración eléctrica.....	51
4.3.1.1 Estator.	51
4.3.1.2 Rotor.....	51

4.4 Soporte Tipo Caliper.....	52
4.5 Rodamiento.....	53
4.6 Soporte de imanes con llanta.....	54
4.7 Salpicadera.....	55
4.8 Materiales.....	56
4.8.1 Aleaciones de aluminio.....	56
4.8.2 Aleaciones ferrosas.....	57
4.9 Uniones mecánicas.....	58
4.10 Controlador.....	60
4.11 Costo del sistema.....	63
4.12 Impresión del modelo.....	64
5. Pruebas.....	68
Conclusiones y Trabajo a futuro.....	75
Conclusiones.....	76
Trabajo a futuro.....	77
Bibliografía.....	78
Referencias.....	80
Anexo A.....	83
Anexo B.....	117



Introducción



Lo imposible es el fantasma de los tímidos y el refugio de los cobardes...

Napoleón Bonaparte.



Este proyecto, surge de la necesidad técnica de implementar un sistema de propulsión para el vehículo B-trike. En el cual para solucionar el problema técnico de este vehículo se realizó una búsqueda extensa de los dispositivos que tenían este propósito de impulsar. Donde encontramos los antecedentes del sistema que se implementó para dar solución a esta necesidad. Esto lo podemos encontrar en el capítulo 1. (Antecedentes). Realizando una investigación acerca de los sistemas de propulsión. Se dispuso a plantear el sistema y definir la necesidad a resolver, establecer alcance de proyecto y definir las especificaciones de sistema, esto se puede observar en el capítulo 2(Levantamiento).Teniendo planteado el problema. Se realizó la generación de concepto donde se generaron distintos conceptos, para ser una comparación y elegir la solución más adecuado de acuerdo a los requerimientos solicitados.

Teniendo la elección. Se planteó el concepto donde se realizó el concepto, describiendo sus características y planteando el principio de operación. Esto se describe en el capítulo 3(Diseño conceptual).una vez teniendo el concepto seleccionado se realizó un modelo en un programa CAD (Solid Works). En el cual se seleccionaron los materiales para los diferentes componentes. En este capítulo también se realizaron cálculos de potencia requerida. Análisis de fuerzas y principio de operación, cotizaciones. La fabricación del diseño en impresora en 3D.donde será mejor explicado en el capítulo 4(Diseño de detalle). En el capítulo 5(Pruebas), se demuestra una prueba del principio de operación que utilizara en el motor diseñado. El Capítulo 6 (Conclusiones y Trabajo a futuro) están las conclusiones y el trabajo a futuro. Donde se comentan los resultados del diseño y los alcances de este. También el trabajo a futuro donde este tendría un buen desempeño. Esto apegado a una metodología de diseño, para y poder resolver la solución adecuadamente y los resultados sean satisfactorios para el cliente. En la siguiente figura I 1 se muestra un mapa del proceso de la metodología que se siguió, para realizar el diseño.

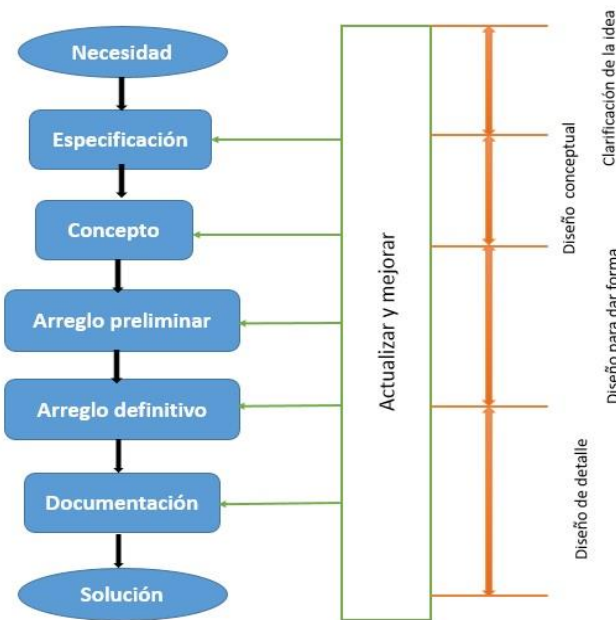
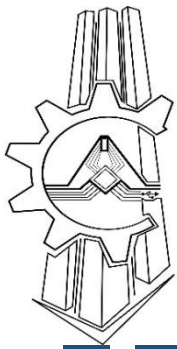
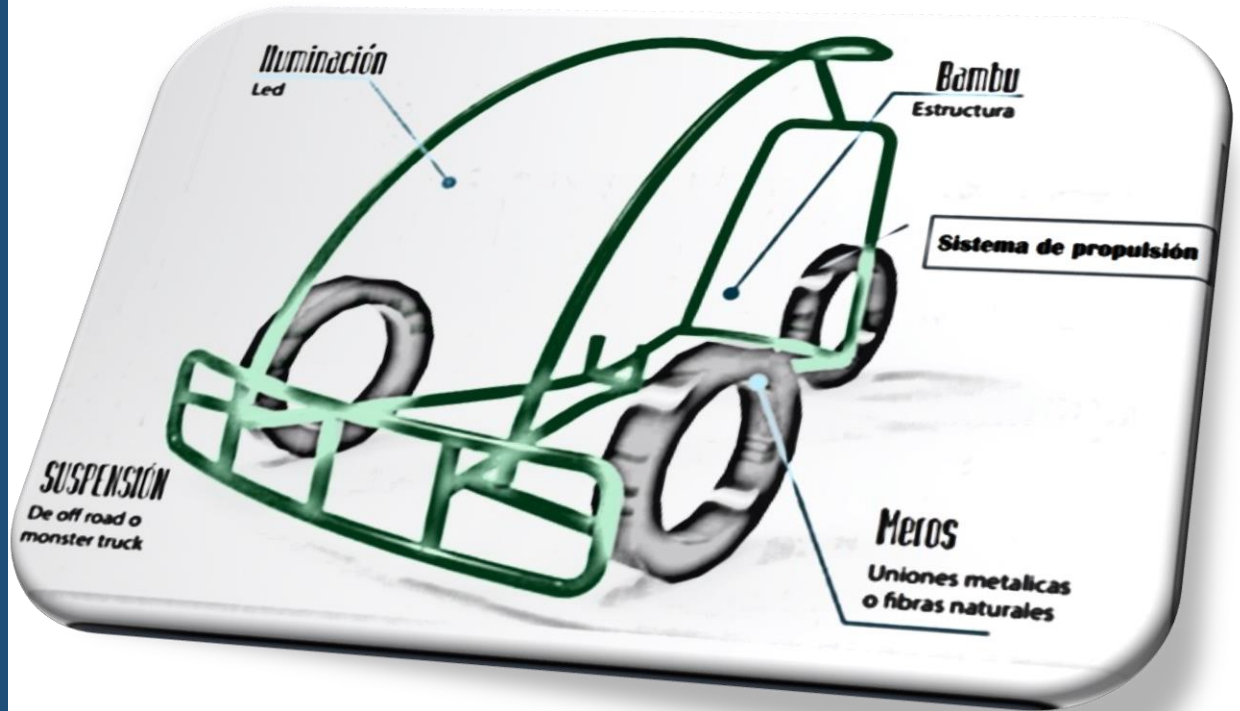


Figura I 1 Mapa de la metodología seguida.



1. Antecedentes



El estudio de tus errores no te revelara el secreto del éxito. Pero el estudio de la abnegación y el esfuerzo sí lo hará...

Bernard Holdane

1.1 B-Trike (Antecedentes del proyecto).

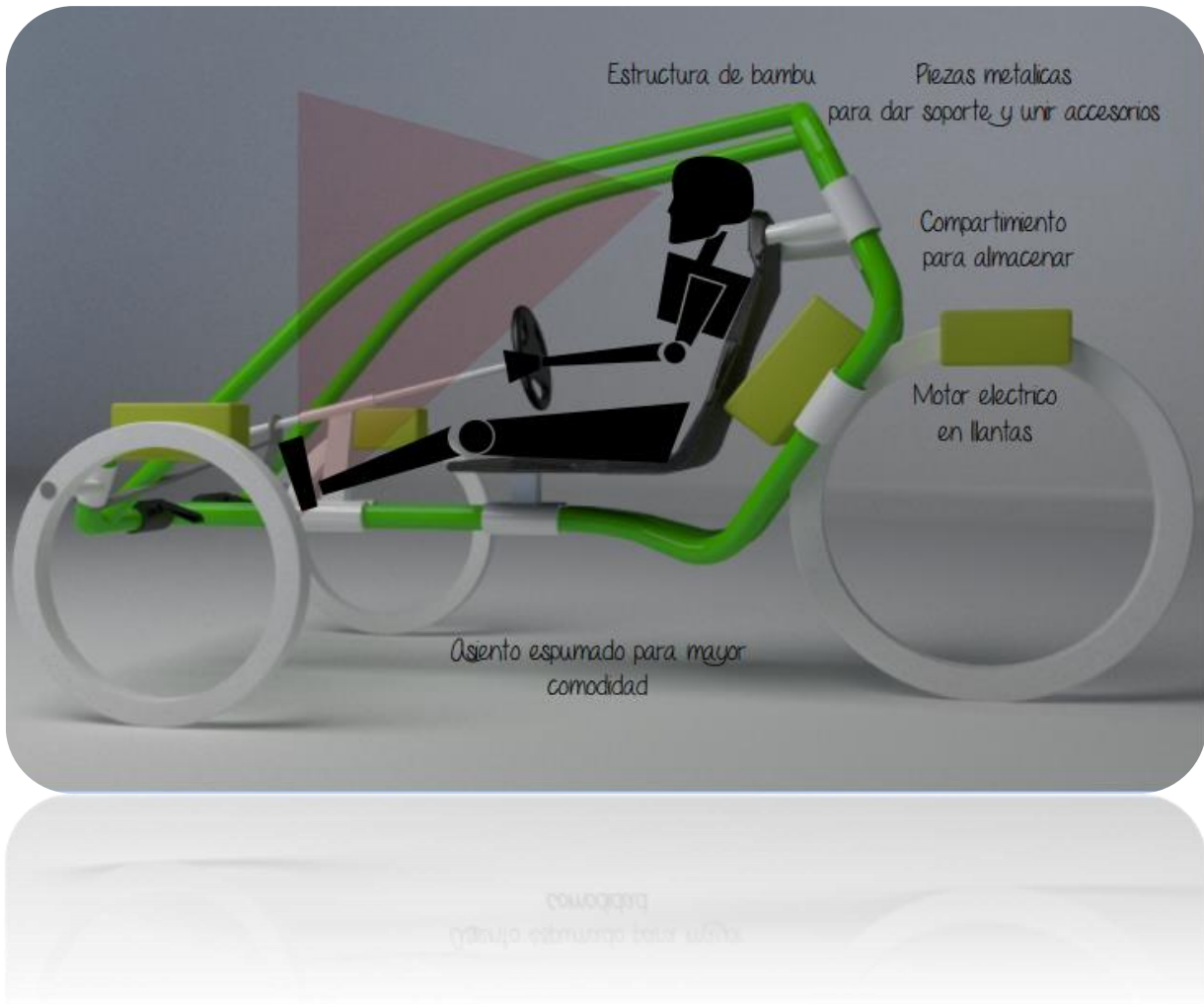


Figura 1.1 Infografía B-Trike. Imagen proporcionada por Marco Antonio Cuellar

El humano siempre ha tenido la necesidad de transportarse, debido a esto dedicamos varias horas haciendo esta actividad. Dónde para lograr esta actividad utilizamos distintos dispositivos, ya sean análogos o autónomos. Entre los cuales la opción más recurrente es el vehículo particular de combustión fósil, que es el principal productor de gases contaminantes para el medio ambiente, ocasionando también problemas de salud. Donde en ciudades como el Distrito Federal circulan 1.2 millones de vehículos al día, esto ocasiona una menor movilidad y un aumento de tiempo de traslado. Colapsando las vialidades en las ciudades debido a la sobresaturación de vehículos. También encontramos que esta opción es subutilizada ya que solo el 1.22 y 1.76 personas utilizan el vehículo, teniendo que el porcentaje de vehículos particulares ocupados por un solo ocupante es del 48% al 82%. Esto equivale que transportar a una sola persona por automóvil consume más de 50 veces que el transporte público. Lo que se ve directamente reflejado en la contaminación del medio ambiente ya que un 84% de la contaminación en la

atmosfera es producida por los vehículos de combustible fósil. Por lo que se necesita cambiar el uso de este medio de transporte.

El Club de Mecatrónica de la Facultad de estudios Superiores Aragón .Asesorados por el profesor Humberto Mancilla Alonso encargado del proyecto, realizaron el proyecto B-trike, el cual consistía en el diseño de un vehículo alternativo a los ya existentes, el cual tenía capacidades de sustentabilidad ecológica y tener tecnología de última generación. A su vez ser atractivo como medio de transporte alternativo para las grandes ciudades, el cual estuviera hecho de materiales orgánicos y fuera una opción de movilidad en las grandes ciudades, donde los medios de transporte colapsan la movilidad en estas ciudades. El concepto del vehículo B-trike lo podemos observar en la figura 1.1, mostrando algunas características técnicas que requieren resolverse

El proyecto B-trike planteó los alcances del vehículo, de los cuales se derivaron requerimientos técnicos. Donde se contemplaron los diferentes sistemas que se implementarían al vehículo para poder cumplir con su objetivo, los cuales son:

- Sistema de propulsión.
- Fuente de energía alterna al combustible fósil.
- Composición de materiales naturales, eco sustentable.
- Generar energía para aparatos externos.
- Sistema de Dirección para el vehículo.
- Sistema de iluminación.
- Suspensión del vehículo.

Analizando los requerimientos técnicos del proyecto se tomó la decisión de subdividir el trabajo para después conjuntar los diferentes sistemas en el vehículo. Esto con la finalidad de analizar más profundamente en el tema y llevar un trabajo de calidad, llegando a un mejor resultado para los diferentes sistemas a implementarse.

En donde se realizó una investigación de los dispositivos más viables que se utilizan para proporcionar impulso a los diferentes tipos de vehículos que encontramos en la actualidad. Los cuales utilizan distintos tipos de motores .De los que encontramos que los motores eléctricos y térmicos. Teniendo una mayor eficiencia los motores eléctricos respecto a los motores de combustión interna, tomando en cuenta también que no producen gases contaminantes para el medio ambiente.

De lo que se hablará de su funcionamiento de los motores y sus distintas aplicaciones de los motores en el tema 1.2.

1.2 Tipos de Motores .

Los motores son la parte de un mecanismo capaz de hacer funcionar un sistema, transformando cualquier energía, esta puede ser energía eléctrica o térmica ocasionado energía mecánica, realizando algún un tipo de trabajo. Estos son utilizados cotidianamente, en la industria como en la vida diaria, todos los motores tienen ventajas y desventajas, los motores más cotidianos son los térmicos que se utilizan en los vehículos de combustible fósil, ya sea en automóviles como en aviones, barcos etc.

También encontramos los motores eléctricos, estos son utilizados para generar energía eléctrica en plantas hidroeléctricas o en las nuevas tecnologías de aerogeneradores. Vehículos híbridos, en la industria los encontramos en distintos tipos de robots haciendo que estos generen movimientos.

Existen dos tipos de motores que son:

- Motores eléctricos
- Motores térmicos

Llevando un análisis y una comparativa respecto a los dos tipos de motores anteriores. Encontramos que la opción más viable son los motores eléctricos debido a sus características, para resolver esta necesidad técnica del sistema de propulsión. En donde se hablará más en el tema siguiente.

Motores eléctricos

Los motores eléctricos tienen el principio de cambiar la energía eléctrica en mecánica, creando una máquina eléctrica rotatoria funcionando a través de sus campos magnéticos, que son generados por sus bobinas. Algunos motores eléctricos tienen la capacidad de ser reversibles, funcionando como generadores utilizando energía mecánica para generar energía eléctrica. Estos a su vez son utilizados en la generación de energía eléctrica en las plantas de energía eólica que utiliza la fuerza del viento para generar energía mecánica, transformándola a través de un mecanismo en energía eléctrica.

Los motores de energía eléctrica por lo regular se alimentan de corriente directa (C.D), la cual suministran las baterías o algunos dispositivos encargados de rectificar señales y voltajes, También otra fuente de alimentación es la corriente alterna (C.A), está por lo regular se encuentra en la línea de voltaje suministrada por las compañías de energía eléctrica. En la figura 1.2 observamos un desglose de los tipos de motores eléctricos.

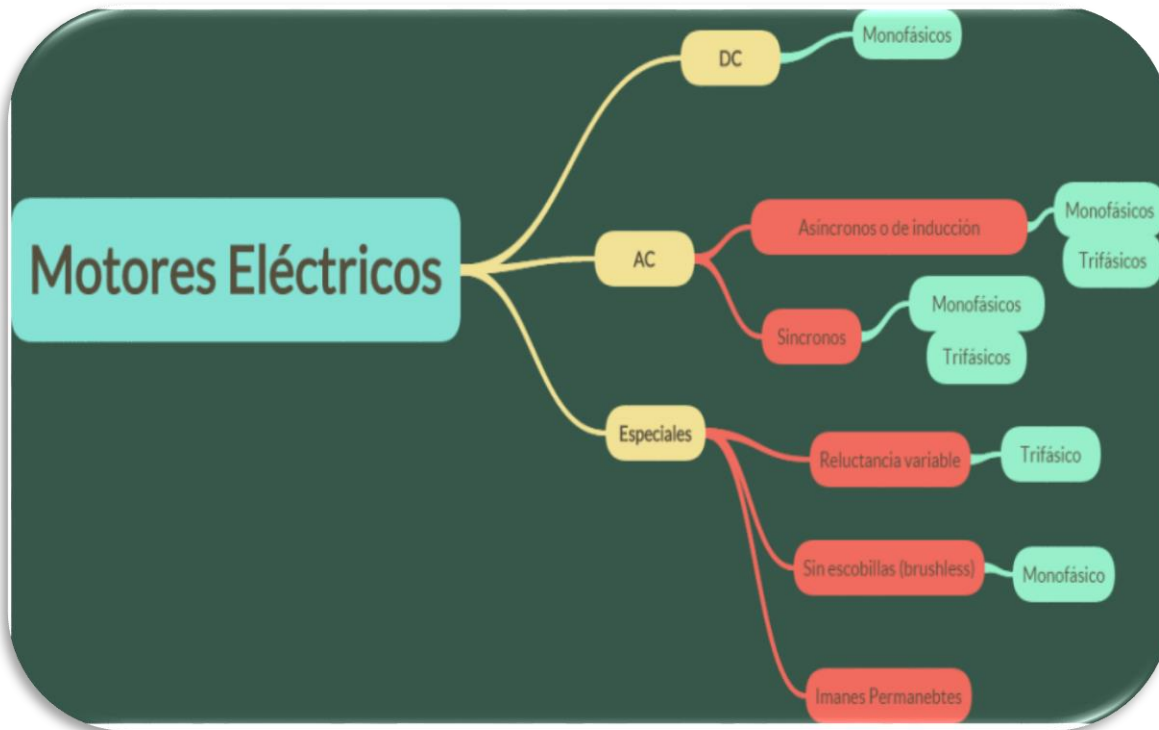


Figura 1.2 clasificación de los motores eléctricos.

1.3 Actuador de desplazamiento Lineal Magnético para la Formula SAE.

Realizando una búsqueda en proyectos ya realizados en la Universidad Nacional Autónoma de México-Facultad de Ingeniería, encontramos el actuador magnético, el cual tiene atractivas características tecnológicas y atractivo diseño para la implementación del sistema de propulsión del B-trike. Investigando más a fondo en el proyecto encontramos que, el actuador lineal magnético surge de la necesidad de crear una plataforma de entrenamiento para la formula SAE, el cual recrea los movimientos que se tienen en una competencia de este tipo, teniendo la finalidad de mejorar los atributos del equipo y las habilidades del piloto del equipo como las partes técnicas de los vehículos de la formula SAE, este se puede observar en la figura 1.3.

El actuador de desplazamiento lineal magnético. Es un sistema el cual actúa por un conjunto de imanes y electroimanes (bobinas), este conjunto de imanes tiene la característica de ser de un material llamado neodimio, los imanes de neodimio, se caracterizan por ser los más poderosos imanes que haya creado el humano. Teniendo un conjunto de imanes forma un tipo de rotor haciendo la parte que es móvil en el actuador, que esta parte del sistema en lugar de tener un movimiento giratorio se desplazara linealmente, teniendo al estator como la parte fija, el cual está compuesto por el conjunto de bobinas con núcleo de ferrita. Este es un material magnético que tiene propiedades físicas adecuadas para aplicar grandes inductancias, dando como resultado el funcionamiento del sistema a través de los campos magnéticos que generan los imanes permanentes, colocándolos de manera frontal a las bobinas las cuales ejercerán un campo magnético debido a la corriente que se ejerce a través de ellas. Accionadas mediante un sistema de control basado en tres fases, las cuales se accionaran respectivamente para generar la atracción o repulsión de los imanes mediante los campos magnéticos, generando así el movimiento necesario para el desplazamiento de la plataforma.

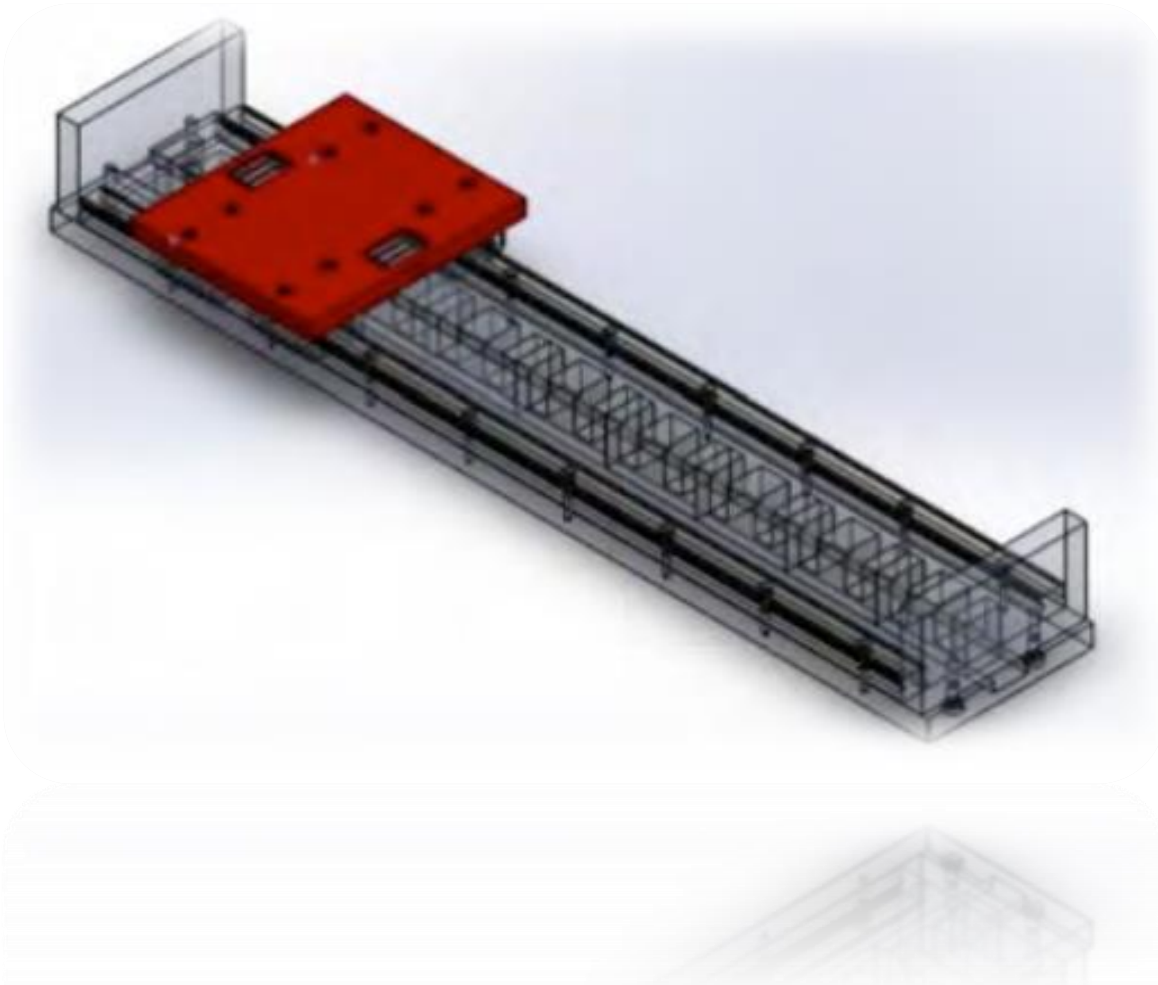


Figura 1.3 Actuador de desplazamiento lineal magnético

1.4 Magnetismo.

Debido a que se utilizará un dispositivo magnético se hizo una búsqueda del principio de magnetismo y electromagnetismo. Se puede observar en la figura 1.4 como se comporta un material magnético. Estos son utilizados en el principio de funcionamiento de los motores eléctricos. Encontramos que:

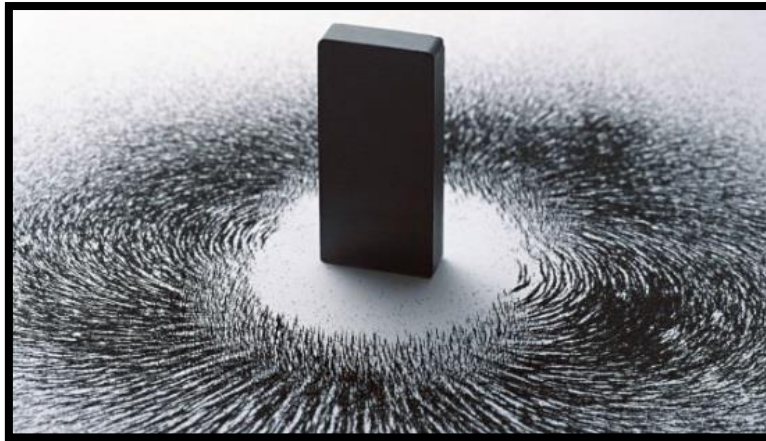


Figura 1.4 Material magnético.

El magnetismo fue descubierto por los griegos, observando el fenómeno fisco que ocurría cuando el metal era atraído por algunas rocas, una clase de imanes naturales. El fenómeno del magnetismo es provocado por los campos magnéticos. Los materiales que cuentan con esta propiedad física, con los electrones orientados de tal manera que estén en la misma dirección, logrando así una fuerza magnética. Llegando al estudio de este fenómeno físico, y realizando una investigación conjunta del magnetismo con los fenómenos eléctricos, dando como resultado el electromagnetismo. El cual fue empleado en algunos motores eléctricos de imanes, los cuales funcionan por la atracción del estator y el rotor generando en la mayoría de los casos un movimiento giratorio. Esto dependerá directamente de la configuración del embobinado y la potencia suministrada. En la figura 1.5 se muestra un ejemplo de electromagnetismo.

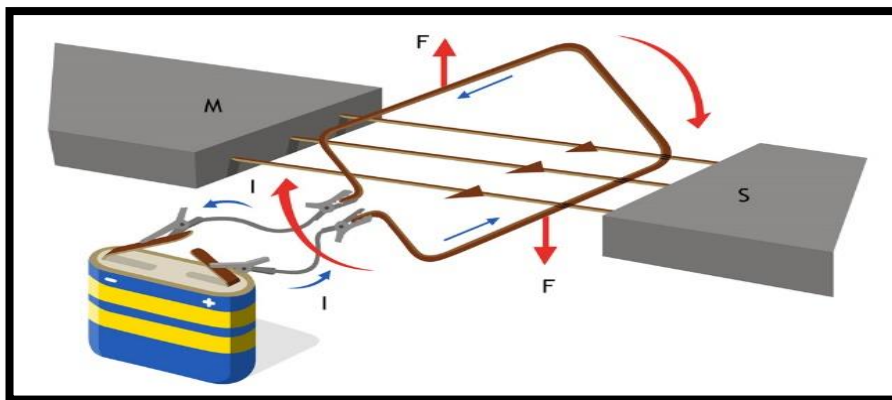
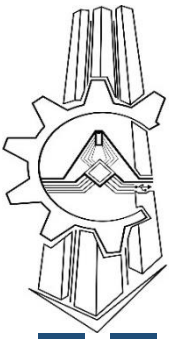
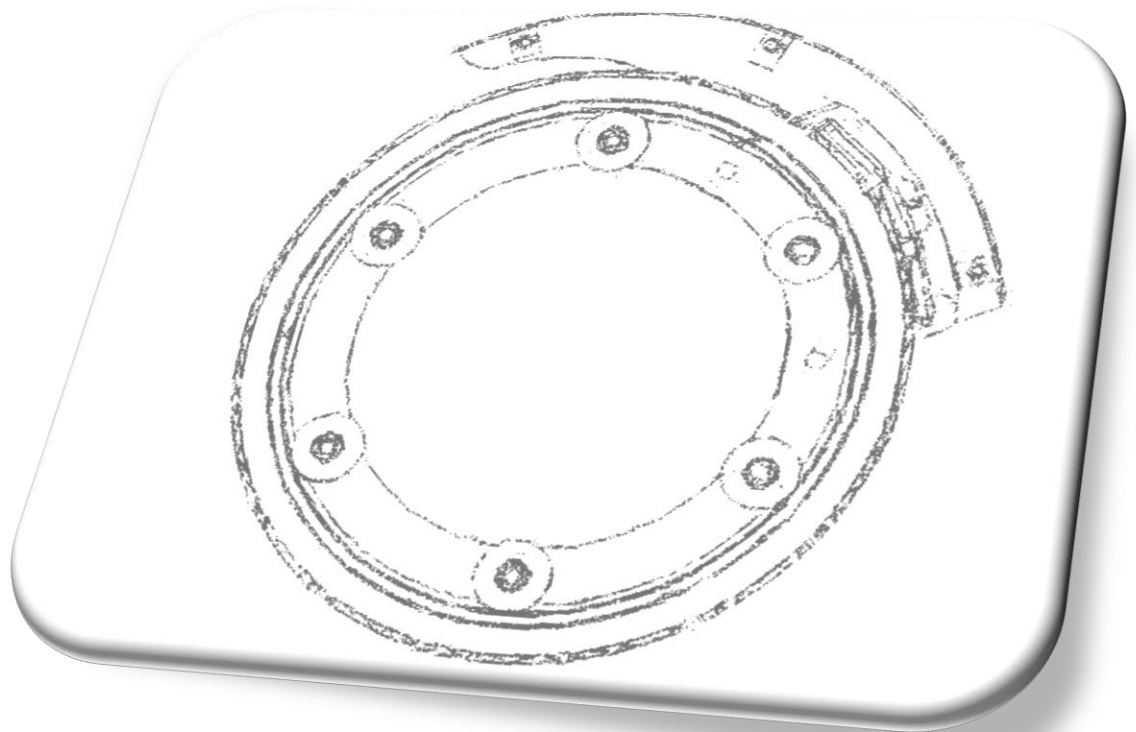


Figura 1.5 Esquema electromagnético.



2. Levantamiento



La perseverancia es un gran elemento del éxito, si tocas el tiempo suficiente con la fuerza necesaria la puerta, estarás seguro de despertar a alguien...

Henry Wandsvarth

2.1 Necesidad

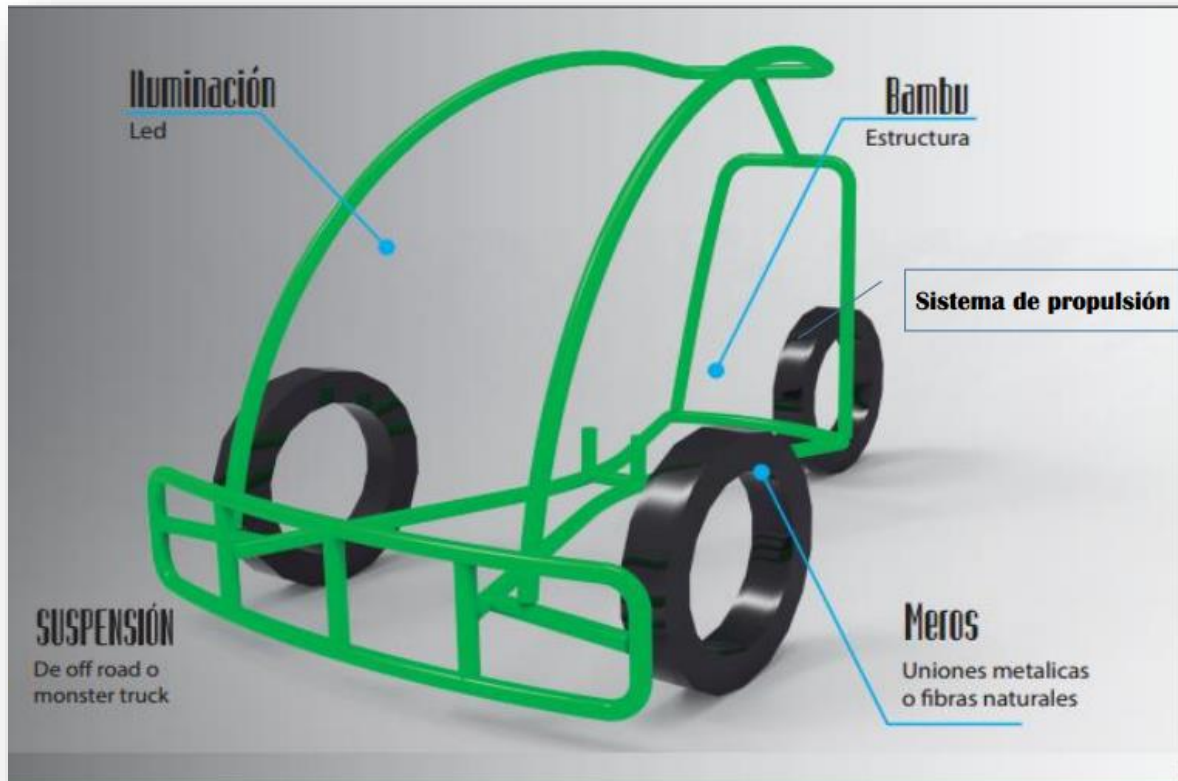


Figura 2.1 Concepto del vehículo B-trike, se muestra la siguiente configuración de las principales funciones por resolver: (Imagen proporcionada por Marco Antonio Cuellar)

Resultado la necesidad técnica que requiere el vehículo B-Trike de encontrar un sistema de propulsión adecuado. Por lo que se requiere; que este deba tener la capacidad de alcanzar velocidades superiores a los 30 km/h, teniendo en cuenta que el sistema deberá tener un dispositivo que pueda controlar el usuario en el cual permita variar la velocidad, tendrá que mover pesos mínimos de 150 kilogramos. Lograr viajes de por lo menos 30 kilómetros. Que sea atractivo para el usuario y armónico con el entorno.

Teniendo las necesidades siguientes, acordadas con el equipo de trabajo. Las que se pueden observar en la tabla 2.1.

No utilizara combustible fósil.

Pueda impulsar más de 150 kg.

Tenga diseño atractivo para el usuario. Armónico con el medio ambiente

Amigable con el entorno.

Fácil mantenimiento.

Alcance una velocidad mínima de 30 km/h.

Económico.

Velocidad variable.

Refacciones sean económicas.

Que se pueda ajustarse en un neumático de bicicleta rodada 20 pulgadas.

Tabla 2.1 Tabla de lluvia de ideas de las necesidades primarias.

Analizando las necesidades requeridas por el vehículo e interpretándolas y ordenándolas por mayor importancia como se muestra en la siguiente tabla 2.2:

1	No utilizará combustible fósil.
2	Impulsar más de 150 kg.
3	Alcance una velocidad mínima de 30 km/h.
4	Velocidad variable.
5	Diseño atractivo y armónico con el entorno.
6	Económico.
7	Que se pueda utilizar en un neumático de bicicleta rodada 20 pulgadas.
8	Fácil mantenimiento.
9	Refacciones económicas.

Tabla 2.2 Importancia de las necesidades.

2.2 Análisis del problema.

Se requiere diseñar un sistema de propulsión para que el vehículo se desplace distancias largas, que este dispositivo de propulsión pueda variar su velocidad, que también cuente con un sistema de alimentación alternativo al combustible fósil, tenga la fuerza de impulsar pesos de 150 kg, y alcanzar velocidades mínimas de 30 km/h, donde el sistema de propulsión sea estético y atractivo para el usuario, así como de fácil mantenimiento.

Este dispositivo tendrá la función de darle el impulso al vehículo el cual será totalmente autónomo no necesitará de alguna fuerza externa al sistema para el funcionamiento, el cual trabajará al momento de accionar el controlador, de tal manera este mandara una señal, al sistema de potencia, respectivamente este alimentara al motor del sistema, este generara el movimiento y pondrá en marcha el vehículo.

Como se menciona anterior mente en las necesidades del vehículo, deberá cumplir ciertos aspectos y requerimientos, lo que se explicará en el siguiente subtema.

2.3 Especificaciones.

Basándose en las necesidades anteriormente planteadas y analizando el problema, observando y descomponiendo las funciones principales del sistema. Donde a través de una investigación realizada en sitios web especializados del tema y material físico como libros, en la cual se observaron distintos tipos de sistemas existentes, se han establecido las siguientes especificaciones en la tabla 2.3:

Impulsar pesos de 150 kg
Alcanzar velocidades de 30 km/h
La velocidad debe ser variable
Diseño atractivo para el usuario.
No utilizar combustible fosil
Autonomia de enrgia para 50 Km
Debe de acoplarse aun neumatico de bicileta rodada 20 pulgadas
Tenga un costo menor a un vehiculo compacto del mercado actual
Contenga el menor numero de piezas posibles

Tabla 2.3. Especificaciones del producto.

2.4 Objetivo

Diseñar un sistema de propulsión para el vehículo B-trike, el cual sea capaz de impulsar a este, para realizar viajes cortos, que este no utilice combustible fósil. Además, sea capaz de alcanzar velocidades mínimas de 30 km/h. para lograr su funcionamiento óptimo y cumplir con las expectativas del usuario, haciéndolo un medio de transporte alternativo.

2.5 Estado del arte.

Se realizó una búsqueda de aquellos vehículos que contaran con un sistema de propulsión, que fuera alterno al de los vehículos de combustible fósil, donde se cumpliera el objetivo mencionado anteriormente.

La búsqueda se realizó principalmente en páginas web, se encontraban algunos conceptos de vehículos que contaban con sistemas que operaban con el mismo principio de funcionamiento al sistema que quiere implementarse. También se realizó una investigación sobre un diseño de ruedas que no tienen eje observando su configuración innovadora y atractiva al público. Encontrando el concepto osmos-wheels, neumáticos sin eje.

Donde dividiremos los vehículos en:

- Medios de transporte público.
- Medios de transporte privado.

2.5.1 Medios de transporte público.

Tren de levitación magnética. Lo muestra la figura 2.2. En octubre de 1971 presentaron en Múnich, el tren experimental de levitación magnética Transrapid que se desplazaba varios centímetros. El principio de levitación magnética es el efecto producido por los materiales, donde la fuerza ejercida por los campos electromagnéticos es inversamente proporcional a la distancia entre ellos. Aunque estos sistemas Maglev son inestables, se utilizan configuraciones para permitir el movimiento constante sobre la guía que lo dirige.



Figura 2.2 Tren magnético

En la siguiente figura 2.3 se muestra el principio de operación el cual consta de la atracción repulsión de los sistemas por medio de los campos electromagnéticos.



Figura 2.3 Principio de funcionamiento

Esta repulsión entre los campos magnéticos que se observa en la figura 2.3 genera levitaciones entre los cuerpos de hasta 10 mm de distancia entre ellos. Los electroimanes también se encuentran distribuidos en las guías del tren de cierta forma que la configuración permita el movimiento, como se muestra en la figura 2.4. El tren termina generando un motor eléctrico, el cual está representado por un estator que en este caso serían las guías y la plataforma donde viaja el tren y teniendo como rotor al tren, que en vez de transformar el movimiento en fuerza rotacional, obtendrá un desplazamiento lineal.

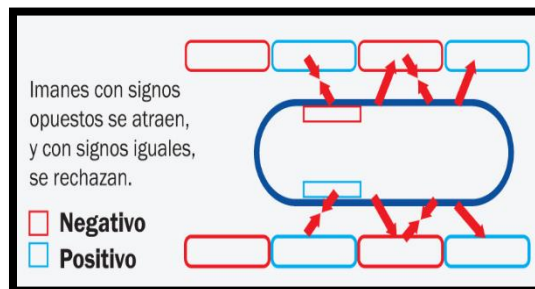


Figura 2.4 configuración de los imanes

Debido a su principio de funcionamiento y su configuración este tren tiene grandes ventajas, como el bajo consumo de energía eléctrica, alcanza velocidades de hasta 420 km/h, algunas limitantes como el elevado precio de la infraestructura que se necesita para las líneas eléctricas, puesto que no es una opción viable para el transporte mercancía, lo cual limita enormemente la aplicación de esta tecnología.

También encontramos otros dispositivos utilizando el mismo principio de funcionamiento Maglev que es utilizado para construir generadores eólicos eléctricos verticales de levitación magnética. Los cuales generan potencias de hasta 10 MW hasta 2GW casi 800 veces más poderosos que las turbinas eólicas convencionales. En la figura 2.5 de muestra el esquema del funcionamiento de una turbina electromagnética.

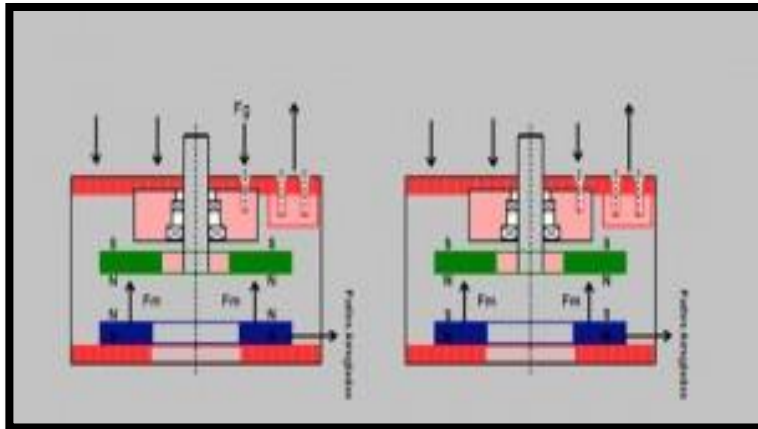


Figura 2.5 Esquema de funcionamiento de una turbina vertical.

La turbina eólica magnética funciona al estar suspendida en un colchón de aire. Debido a la levitación magnética proporcionada por el sistema, al momento de que el viento choca con los alabes de la turbina y este contacto empieza a generar movimiento el cual es transmitido por un sistema de engranes, que están conectados al rotor del generador el cual a su vez es atraído y repelido por el sistema electromagnético con el que cuenta este generador eléctrico, lo que produce la fuerza giratoria necesaria para inducir el movimiento que genera la energía eléctrica. A continuación en la figura 2.6 se muestra el un generador eólico electromagnético.

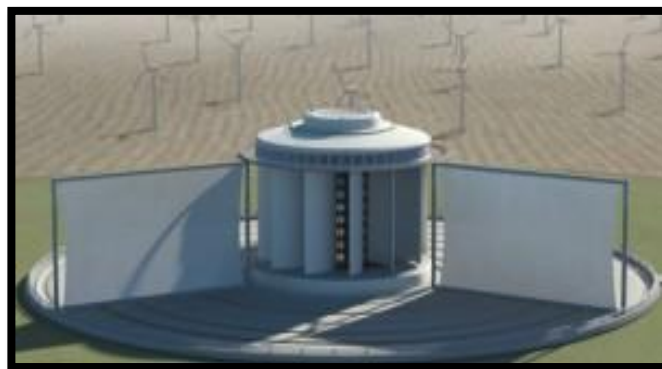


Figura 2.6 Generador Magnético

2.5.2 Medios de transporte privado

En este medio de transporte también han sido creados algunos vehículos los cuales utilizan un principio magnético como opción alterna al vehículo de combustión fósil. Una de las propuestas que realizó el diseñador de autos Harsha Vardahn. Consiste en que los vehículos de las grandes ciudades sean impulsados a través de campos magnéticos. Serían impulsados por campos generados dentro de las ciudades. Estos campos moverían las ruedas del vehículo, las cuales estarían llenas de fluidos súper conductores y un motor eléctrico que generará el campo magnético necesario para impulsar al vehículo. En la figura 2.7 se puede observar el concepto del vehículo magnético.



Figura 2.7 Concepto de vehículo magnético.

También grandes compañías como Volkswagen han tenido incursiones en este tipo de vehículos que tienen un sistema de propulsión magnética, que se presentó en China. Su creador el ingeniero Wang Jia. Se trata de una ligera estructura móvil de vuelo estacionario y maniobrable por su usuario, que se desplaza sobre un campo magnético creado sobre una infraestructura de rieles metálicos imantados, el cual no consta de ruedas y es totalmente suspendido magnéticamente. Su accionar funcionará con los metales que se encuentran en el suelo y un motor en el vehículo esférico que genera el campo magnético de este, lo que debido a la interacción de estos componentes se genera una fuerza la cual se transformará en movimiento. Como lo observamos en la figura 2.8.



Figura 2.8 Vehículo magnético Volkswagen

2.5.3 Osmos-wheels (rueda orbital).

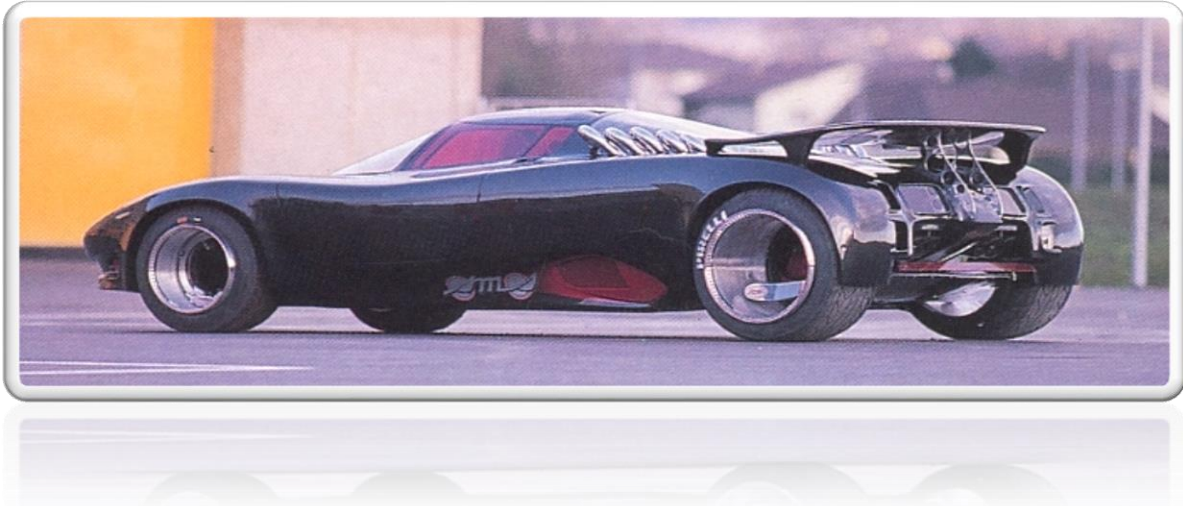
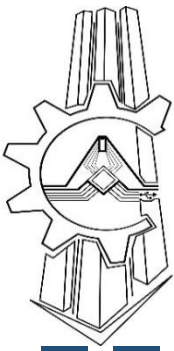
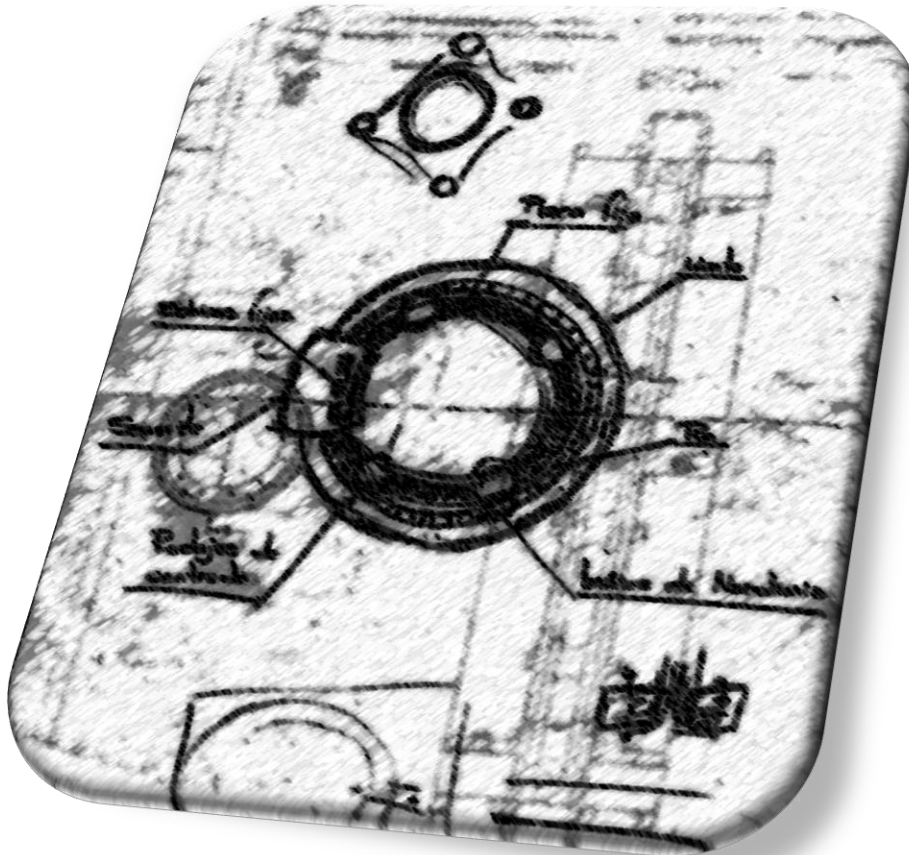


Figura 2.9 Automóvil Sbarro

El diseño de las ruedas orbitales (osmos wheels) fue diseñado por Dominique Mottas. Este empresario se dedicaba a invertir en vehículos de campos tecnológicos y biotecnológicos donde le llamó la atención reinventar la rueda para encontrar el diseño que satisficiera las necesidades de su cliente, así que equipó su vehículo con 4 ruedas vacías osmos wheels. Este principio surgió de evitar la parte giratoria a su mínima expresión, en la que a través de un rodamiento de cojinetes, en la cual una parte del rodamiento esta fija a un soporte donde este a su vez esta sujetado a un chasis de vehículo y la otra cara del rodamiento esta sujeta a un neumático, teniendo así un soporte central, también colocando el freno en forma de anillo en la parte exterior del rodamiento, logrando integrar todos estos dispositivos de diferentes funciones en un vehículo, en una rueda. Dando como resultado una forma de vacío en la estructura de la rueda que llega a ofrecer una serie de ventajas tecnológicas y estéticas. En la figura 2.9 se observa un carro diseñado con este tipo de ruedas.



3. Diseño conceptual



Para sobrevivir nos aferramos a todo lo que sabemos y conocemos y lo llamamos realidad. Pero el conocimiento y el entendimiento son ambiguos. Esta realidad puede ser una ilusión...

Itachi Uchia.

En esta parte del diseño, se llevará a cabo una serie de propuestas, generando conceptos, llegando a elegir una solución la cual satisfaga con los requerimientos dados por el cliente. Los cuales se analizarán por su configuración, además de las funciones principales que tenga cada parte del sistema de propulsión a diseñar. Estas partes del sistema se descompondrán de tal manera que se puedan observar sus diferentes características, para lograr elegir correctamente el concepto deseado satisfaciendo el objetivo antes mencionado.

Tomando en cuenta que los requerimientos para este sistema a diseñar, fue que utilizaran las ruedas tipo osmos wheels, también el uso de un motor electromagnético. Otro requerimiento solicitado fue que el vehículo fuera autónomo, que no necesitara de una fuerza externa al sistema implementado para lograr su desplazamiento, Estas especificaciones fueron dadas por el cliente en entrevistas previas.

Estos requerimientos no limitan a tomar en cuenta otros sistemas que podrían llegar a ser útiles para implementar en este diseño. Y lograr el objetivo.

3.1 Generación de concepto

Ya teniendo las necesidades junto con las especificaciones definidas se procede a dar solución al problema. Analizando las funciones principales que tienen que resolverse así como su problemática y las sub funciones también, se prosiguió a generar una serie de conceptos donde se tienen en bosquejos analizando así sus ventajas de las configuraciones, como de sus distintos componentes. Figura 3.1 concepto de chasis del vehículo b-trike, ejemplificando la generación de concepto.

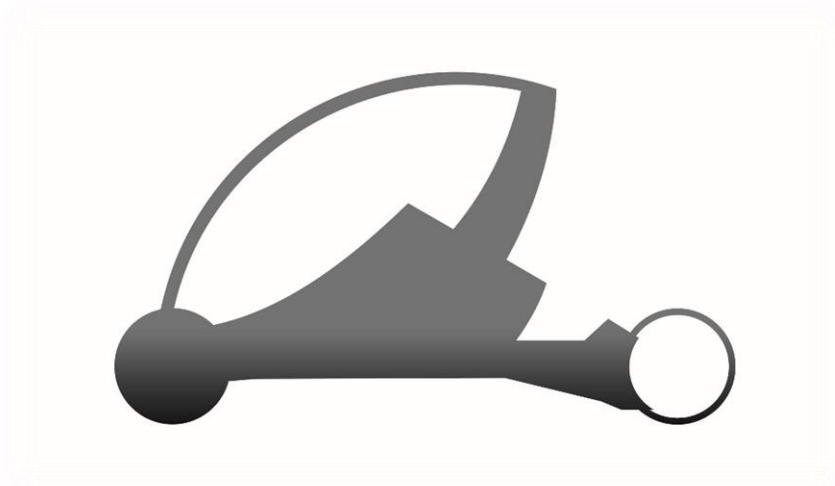


Figura 3.1 Generación de concepto B-trike. Proporcionada por Luis Felipe Cruz

Configuración "A"

Esta configuración se muestra en la figura 3.2, se observan los componentes principales que generará lo que es el sistema de propulsión. Esta propuesta consta de un rodamiento delgado y de propiedades técnicas especiales, lo cual elevaría el costo del sistema ya que se tendría que diseñar con las propiedades técnicas deseadas, por no haber uno en el mercado actual de las compañías dedicadas a fabricar rodamientos. También se observa que tendría que estar sujeto al rin de la rueda, lo que lleva a diseñar un rin especial para el sistema de propulsión, el cual se tendría que maquinar, este es un proceso de manufactura. Se observa que la parte donde estaría unido al chasis por medio de una base, donde la unión estaría hecha por sujeciones mecánicas que sería tornillos. Esta base que cumpliría con dos funciones, la de alojar los electroimanes (bobinas), lo cual comprometería el sistema. Los materiales que se emplearían en su mayoría serían de aluminio, el cual cuenta con la propiedad de ser un material diamagnético, lo cual no tendría ningún problema con el principio de funcionamiento del electromagnetismo, que se implementará.

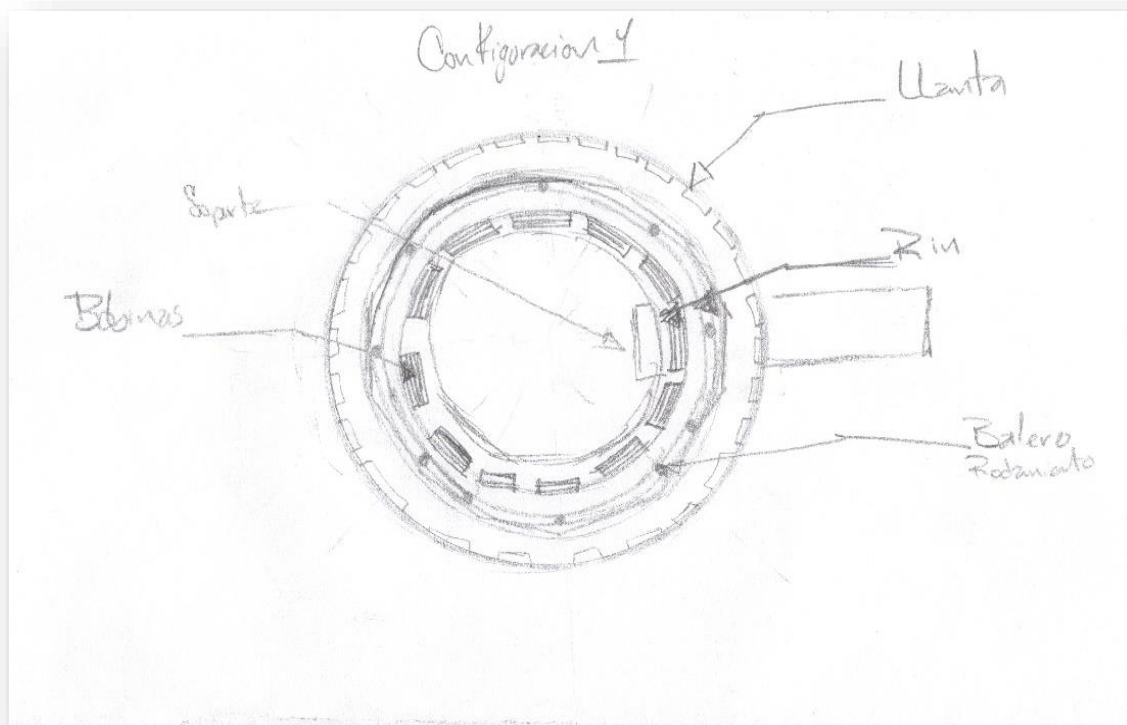


Figura 3.2 Bosquejo de configuración "A"

Configuración "B"

La configuración siguiente, mostrada en la figura 3.3, se observan los componentes principales del sistema, los cuales constan de un principio de operación distinto. El cual es un motor eléctrico, que se encuentra posicionado en una parte del chasis, donde está sujeto. El motor transmitirá el movimiento por medio de una cadena de transmisión la que estará colocada en un anillo dentado que está sujeto al rin por medio de una sujeción permanente, ya que tendría que ser soldada al rin de la rueda por medio de una soldadura MIG (Metal Inert Gas), esta es tipo de soldadura la cual utiliza gas como protector y alambre como electrodo, se tendría que emplear para unir estos componentes del sistema, esto comprometería el diseño al encimar funciones. Aunque cumple con el tipo de ruedas que se quiere emplear. Esta configuración también requiere de rodamientos, lo que hace elevado el costo del sistema.

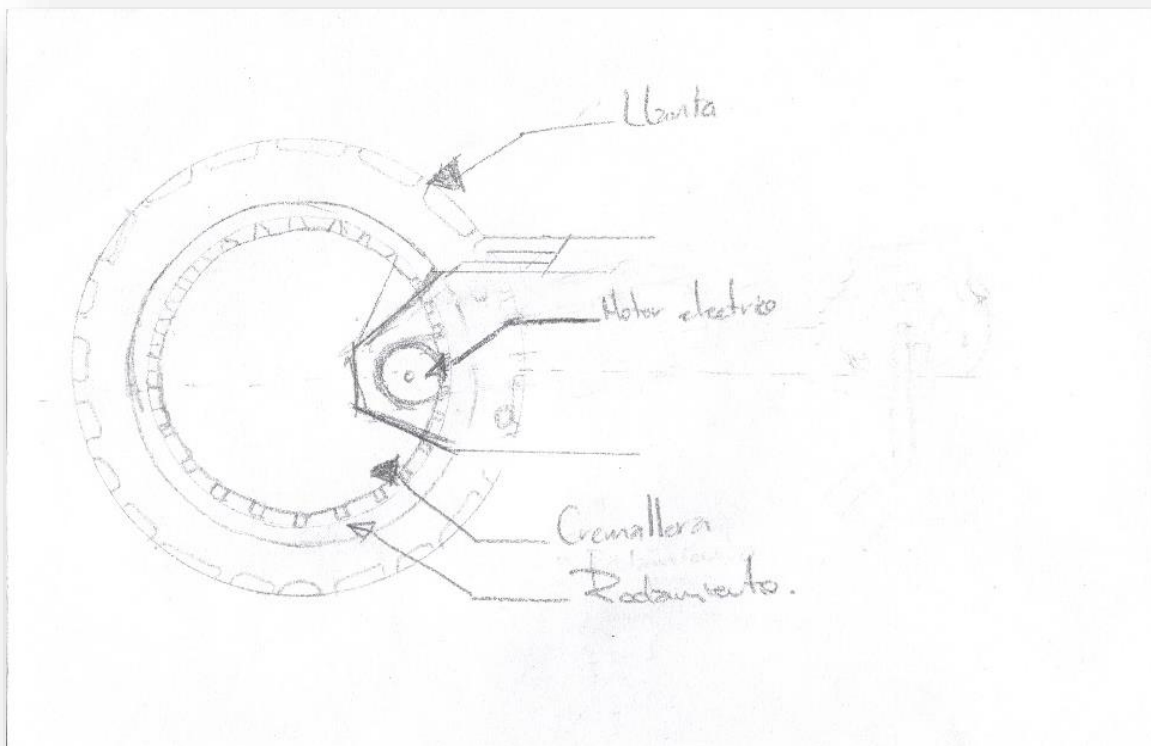


Figura 3.3 Bosquejo de la configuración "B"

Configuración "C"

En esta configuración, que se observa en la figura 3.4, es parecida a la anterior donde se muestra que el soporte, está unido al chasis. En esta parte se fija el motor que su vez está colocado en una posición donde no necesitará de cadenas para transmitir algún movimiento como el anterior, solamente un sistema de engranes y una cremallera la cual tendrá que estar unida al rin, para que logre desplazarse el vehículo. Esta configuración también tiene rodamientos, para lograr su funcionamiento, pero no cumple con el principio de funcionamiento a implementar. Por otra parte el tipo de diseño de la rueda completa si es del agrado del cliente. Por eso se consideró esta configuración. Este sería de aluminio, ya que es un material densamente ligero, lo que ayudaría en el peso total del vehículo aumentando su ligereza.

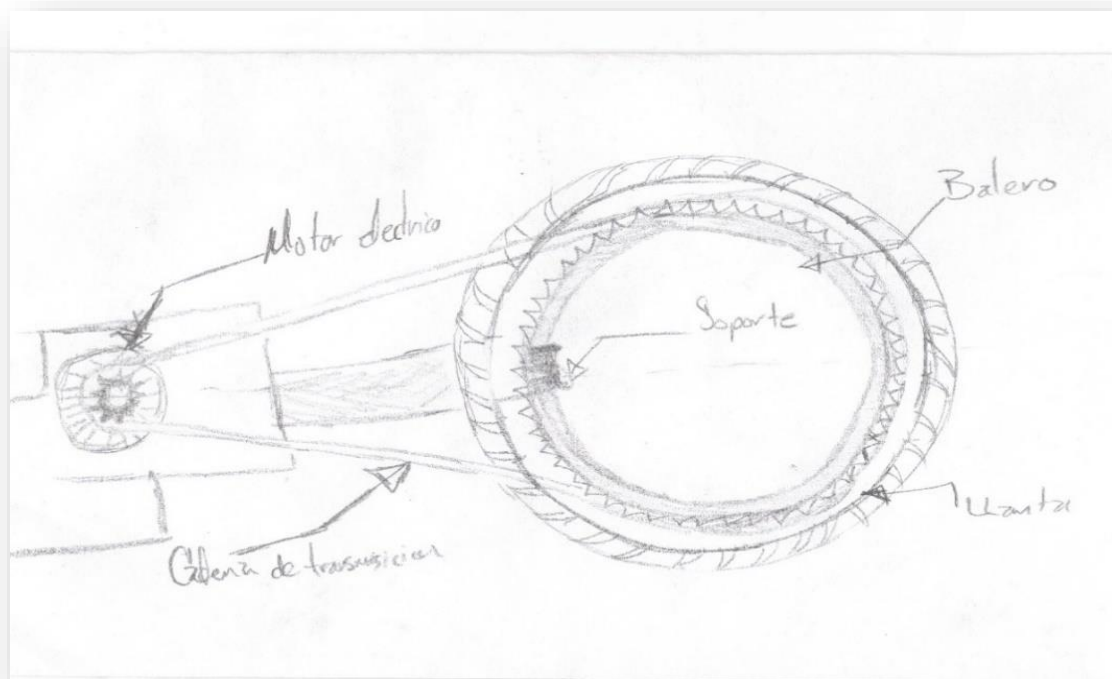


Figura 3.4 Bosquejo de la configuración "C"

Configuración "D"

La configuración "D" la observamos en la figura 3.5 esta configuración tienen grandes ventajas técnicas, ya que sus principales funciones están compuestas correctamente, este concepto no requiere de uniones mecánicas permanentes. También tiene un fácil ensamble y grandes ventajas para acoplarse a dispositivos existentes en el mercado, tales como rines y sistemas de rodamiento de bajo costo y fácil reemplazo, llegando a disminuir su costo y sea una opción más viable para implementarse. También tiene ventaja sobre las demás opciones al momento de implementar el principio magnético que se propone a emplear. Estaría constituido en su mayoría por materiales diamagnéticos, para no afectar el principio de operación.

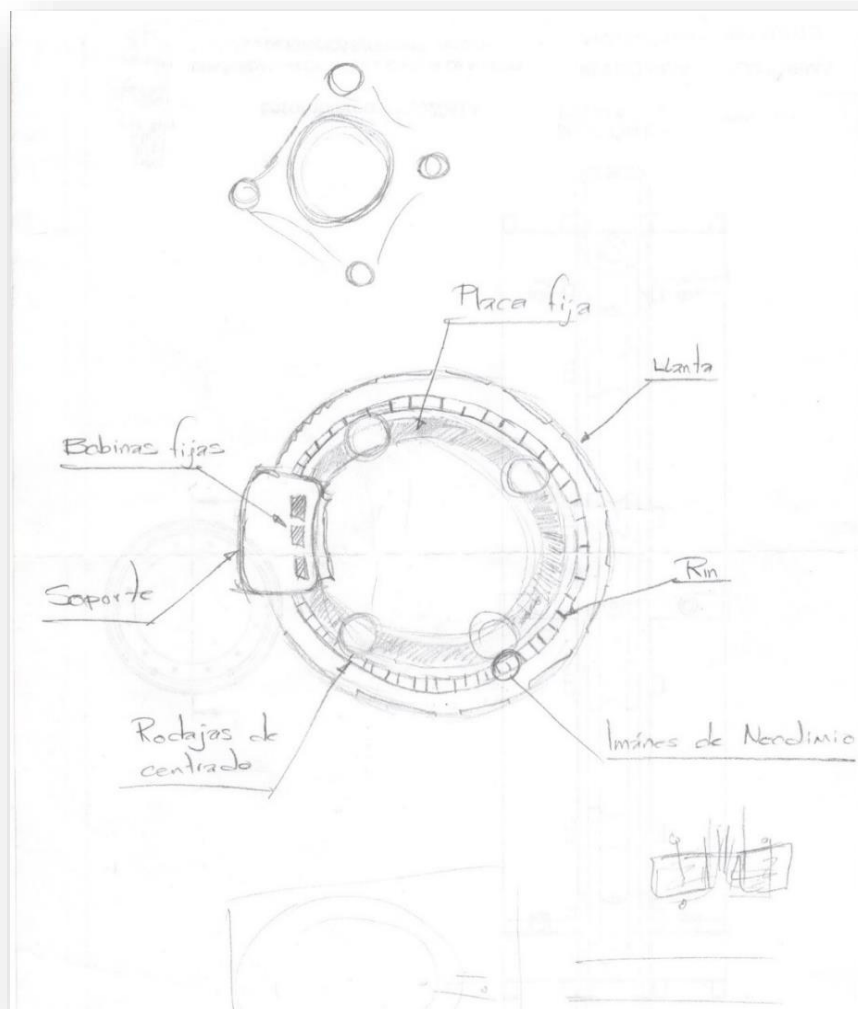


Figura 3.5 Configuración "D" (imagen proporcionada por el M.I. Humberto Mancilla Alonso).

De las soluciones dadas se han tomado las características más representativas de cada configuración, se resuelven algunas funciones principales que se requieren para dar una posible solución del diseño que se quiere implementar. Donde observaremos en la siguiente tabla 3.1

ESPECIFICACIÓN	CONFIGURACIÓN "A"	CONFIGURACIÓN "B"	CONFIGURACIÓN "C"	CONFIGURACIÓN "D"
IMPULSAR PESOS DE 150 KG	★	★	★	★
ALCANZAR VELOCIDADES DE 30 KM/H	★	★	★	★
LA VELOCIDAD DEBE SER VARIABLE	★	★	★	★
DISEÑO ATRACTIVO PARA EL USUARIO	★	≠	★	★
NO UTILIZAR COMBUSTIBLE FÓSIL	★	★	★	★
AUTÓNOMO DE ENERGÍA PARA 50 KM	★	★	★	★
DEBE DE ACOPLARSE AUN NEUMÁTICO DE BICICLETA RODADA 20 PULGADAS	★	★	★	★
TENGA BAJO COSTO RESPECTO A UN VEHÍCULO ACTUAL EN EL MERCADO	≠	≠	≠	★
LA MENOR CANTIDAD DE PIEZAS POSIBLES	≠	★	★	★
PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO MAGNETICO	★	≠	≠	★



Si cumple con la especificación



No cumple con la especificación

Tabla 3.1 Carta morfológica de soluciones dadas.

3.2 Selección de concepto

Para poder seleccionar una solución se analizó la tabla anterior 3.1 observando las características de cada configuración anterior, dando como conclusión, que las configuraciones presentadas cumplen con algunos requerimientos, pero la única que satisface los estándares del cliente es la configuración "D", dándola como posible solución. En la cual para ser generada se habló con el grupo de trabajo como con el asesor del proyecto, llegando a la selección de concepto, que se mostro en la imagen siguiente Figura 3.5. La cual se planteara como solución.

Después de que realizó la elección de concepto y posible solución, eligiendo la configuración "D". Esta, muestra distintas características, en las cuales se muestran sus componentes principales del sistema, los cuales son: soporte, sistema de bobinas, rodamiento de placas fijas, rodajas, imanes de neodimio, rin y llanta de bicicleta rodada 20. Analizando la configuración del concepto seleccionado, se puede ver que las funciones principales no están sobrepuestas esto no compromete el sistema. También este concepto se manejará las uniones mecánicas desmontables por medio de tornillería, esto debido a que las uniones desmontables tienen el propósito de facilitar el mantenimiento y bajar el costo del diseño. Los materiales planteados en este concepto tienen que tener la característica mecánica de ser diamagnéticos, debido al principio electromagnético que se utilizará.

El principio de funcionamiento del diseño, será el siguiente, en donde el sistema se contempla una operación a través de electromagnetismo, ya que existen motores que funcionan con el mismo principio, como lo son los motores lineales, o los motores out runners. El sistema seleccionado contiene un sistema de imanes de neodimio, que están colocados sobre un soporte que a su vez se encuentra unido al rin del vehículo. Estas partes del sistema tienen la función del ser el rotor del sistema, como se puede observar en la figura 3.6.

Lo que darán como resultado el desplazamiento del vehículo. En los componentes fijos del sistema encontramos el estator, el cual está compuesto por el soporte del motor, que también tiene la función de usar como de soporte de los electroimanes (bobinas). En esta parte del sistema, encontraremos que también es utilizado para unir el motor a la suspensión por medio de sujeciones mecánicas desmontables .

El movimiento resultante actuará igual que un motor eléctrico, el cual será en vez de tener una flecha como rotor, esta función la tendrá la rueda, colocada en el neumático del vehículo, lo cual hará que tenga movimiento sin necesidad de una transmisión, ya que el motor se encuentra integrado en el sistema de propulsión que está colocado sobre la rueda, dando como resultado el movimiento del vehículo para su desplazamiento, lo que se observa en la imagen 3.6.

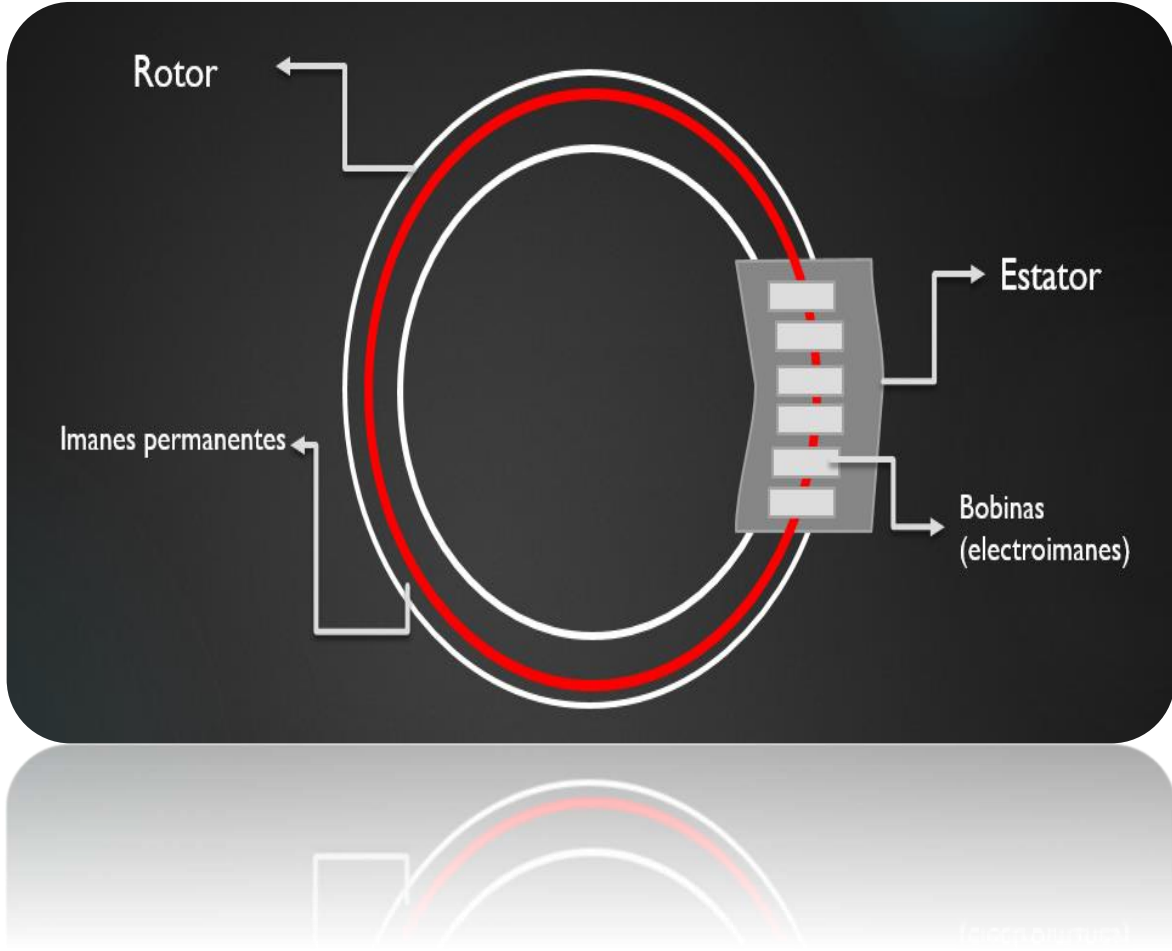


Figura 3.6 Concepto de Configuración del Sistema de Propulsión

3.2.1 Configuración de los electroimanes (bobinas).

La figura 3.7 muestra las dos configuraciones de las bobinas. Para concepto planteado, se tiene dos opciones para configurar la conexión, las cuales son las siguientes:

- Conexión independiente
- Conexión por faces

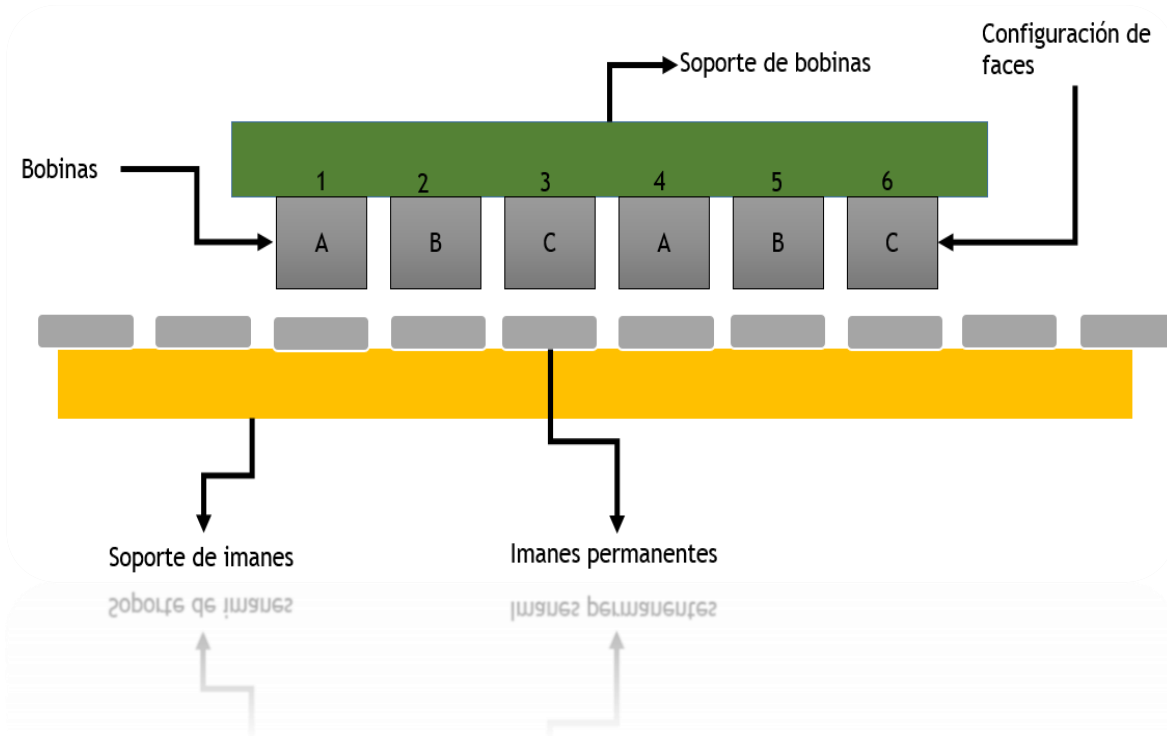


Figura 3.7 Configuración de faces

3.2.1.1 Conexión independiente

Esta conexión consiste en conectar las bobinas independientemente, logrando energizar una por una de las bobinas, haciendo funcionar solo la bobina que se requiere en el momento, comenzando el movimiento. En un estado inicial 1,6 deben estar energizadas estas dos bobinas, para seguir el movimiento debe energizarse la bobina 2 y 4, des energizando 1y 6 siguiendo con el movimiento se energizan 3 y 6 des energizando 2 y 4, manteniendo el movimiento se energiza 1 y 3 des energizando 3 y 4. Y así sucesivamente.se puede observar en la figura 3.6 la configuración de las bobinas independientes. En la tabla 3.2 observamos la configura de la conexión de bobinas independientes.

Paso	Bobinas energizadas	Bobinas apagadas
<i>Estado inicial</i>	1,6	2,3,4,5
<i>Paso 1</i>	1,6,2,5	4,3
	2,5	
<i>Paso 2</i>	2,5,3,6	1,4
	3,6	
<i>Paso3</i>	3,6,1,4	2,5
	1,4	

Tabla 3.2 Esquema de bobinas independientes

3.2.1.1.2 conexión por faces

En la configuración siguiente se puede mostrar en la figura 3.7. Como está realizada para el concepto seleccionado, emulando un motor a pasos teniendo 3 fases: A, B, C las cuales estarían conectadas en serie, dando paso a una secuencia energizando y des energizando, dependiendo de lo requerido por el motor, generando el movimiento del rotor del motor.

Este planteamiento funcionaria de la siguiente manera energizando: la fase A, esto sería un estado de inicio para que el motor comience el proceso de desplazamiento, después se energizaría la fase B teniendo y apagando la fase A, después se energiza de C apagando la fase anterior B. seguiría otra vez la fase A y apangan B, cumpliendo el ciclo, manteniéndolo continuo mientras se requiera estar avanzando. Podemos observar en la tabla3.3. La configuración de las fases.

Fase	Bobinas energizadas	Bobinas apagadas
<i>Estado inicial</i>	A	B,C
<i>Paso 1</i>	A,B	C
	B	
<i>Paso 2</i>	B,C	A
	C	
<i>Paso 3</i>	C,A	B
	A	

Tabla 3.3 Configuración de faces de las bobinas.

Analizando ambas configuración las cuales ninguna tiene problema con el diseño mecánico que se piensa implementa, ya que este es muy amigable con las dos configuraciones de las bobinas, debido a que su configuración permite cualquiera se acople con el diseño, teniendo que el soporte de imanes como también el soporte de las bobinas, les permiten configurarse de cualquier forma anterior, por lo que se decidió implementar la configuración de fases, debido a que facilitaría el control y cableado del sistema.

3.5 Diseño eléctrico.

En esta parte del proyecto consta del circuito y controlador que operará al sistema de propulsión propuesto, donde se planteará la forma y la posición de los componentes de esta parte del proyecto como se muestra en la configuración de la figura 3.9

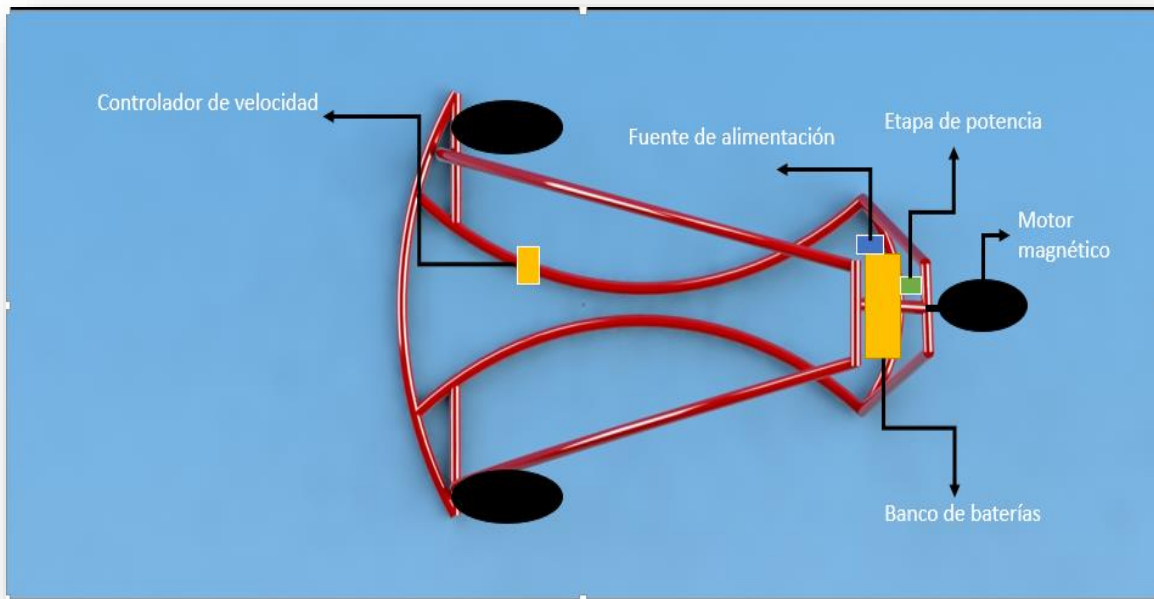


Figura 3.9 Configuración eléctrica

Consta de lo siguiente:

- Controlador
- Fuente de alimentación
- Etapa de potencia
- Banco de baterías
- Motor magnético

Esta configuración fue la que se planteó para implementarse en el concepto lo podemos observar en la figura 3.10. El funcionamiento es el siguiente: cargando el banco de baterías previamente instalado de acuerdo con las baterías seleccionadas, estas después del proceso de carga se pasa a alimentar lo que es el controlador el cual mandará una señal de control que llega a la etapa de potencia la cual al recibir la señal de control, se alimenta esta etapa la cual energiza las bobinas

dependiendo de la configuración antes mencionada, la cual al momento de ser energizadas las bobinas generará el movimiento, dando como resultado el desplazamiento del vehículo.

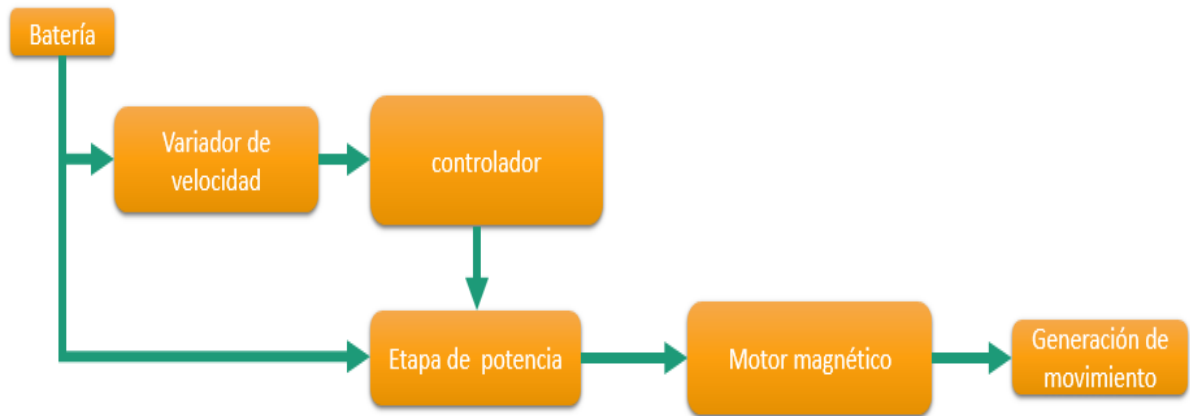
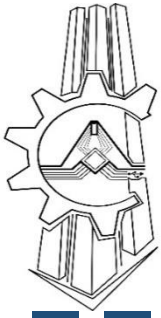


Figura 3.10 Modo de operación de señales en la configuración eléctrica.



4. Diseño de detalle



Imagen proporcionada por Luis Felipe Cruz

Aprender a dudar es aprender a pensar...

Octavio Paz...

4.1 Análisis de movimiento.

4.1.1 electroimán.

Este tipo de imán actúa de la siguiente manera, se induce una corriente eléctrica, la cual genera un campo magnético, el cual desaparece al momento de que la corriente deja de ser transmitida. Configurado por un trozo de alambre enrollado en un núcleo, dando el efecto de un campo magnético. Este puede ser más fuerte si se utiliza núcleo de materiales paramagnéticos o ferromagnéticos. En el cual el núcleo es el que concentra el campo magnético. Generalmente los núcleos del electroimán están constituidos por ferrita o hierro dulce.

Las características del electroimán dependerán de diferentes parámetros, donde se considera la distancia de desplazamiento entre los pasos, la fuerza generada por la bobina para generar el campo magnético, también la fuerza de los imanes permanentes.

El electroimán depende de los siguientes parámetros:

- La corriente que circula por la bobinas
- Tipo de material del núcleo
- Tamaño de la bobina
- Número de espiras

Los imanes dependerán de los parámetros nominales del fabricante:

- Tipo de Material
- Dimensiones

Para determinar la fuerza requerida en los electroimanes, necesitamos primero determinar la magnitud del campo magnético mediante la Ley de Ampere:

$$B = \mu_r \frac{N}{L} I$$

Dónde:

B =Campo magnético

μ_r =Coeficiente de Permeabilidad *ver anexo B*

N =Numero de espiras

L =longitud de la bobina

I = intensidad de corriente

Para determinar la fuerza del electroimán encontramos que:

$$F = -\frac{B^2}{2\mu_r}$$

Dónde:

El signo negativo indica la fuerza entre el entre- hierro.

F = Fuerza de atracción

S =área de sección transversal

Con estos cálculos se puede obtener la fuerza que tendrá el electroimán, dependerá directamente de la longitud de la bobina, la cantidad de corriente suministrada, el tipo de material que será el núcleo y el número de espiras que tendrá el embobinado.

4.1.2 Interacción de las fuerzas.

En este análisis se configuro el sistema de manera que interactuaran los campos magnéticos como se observa en la figura 4.1. La cual se observa la configuración de las bobinas y los imanes de neodimio, también como actuaran las fuerzas ejercidas por la bobinas, con el tipo de control que se desea implementar. En las siguientes figuras 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6 se mostrara el principio de operación de atracción y repulsión magnética, la interacción de los campos magnéticos, la descomposición de fuerzas y como es que actúan al energizar los electroimanes debido a la configuración en fases que se le dio al diseño del estator del motor.

También se observara en la figura 4.7 un diagrama de cuerpo libre de la interacción entre imanes permanentes y las bobinas, observando como la sumatoria de las fuerzas ejercidas por el sistema electromagnético, darán la fuerza resultante para poder desplazar el vehículo. Generando un momento rotacional en el sistema lo genera una traslación lineal en el vehículo B-trike.

En el diagrama de la figura 4.1 observamos la interacción de los campos magnéticos, que son ejercidos por los imanes de neodimio y las bobinas. Dónde se ven las polaridades de los campos magnéticos que interactúan entre norte y sur, o bien polaridad positiva y negativa.

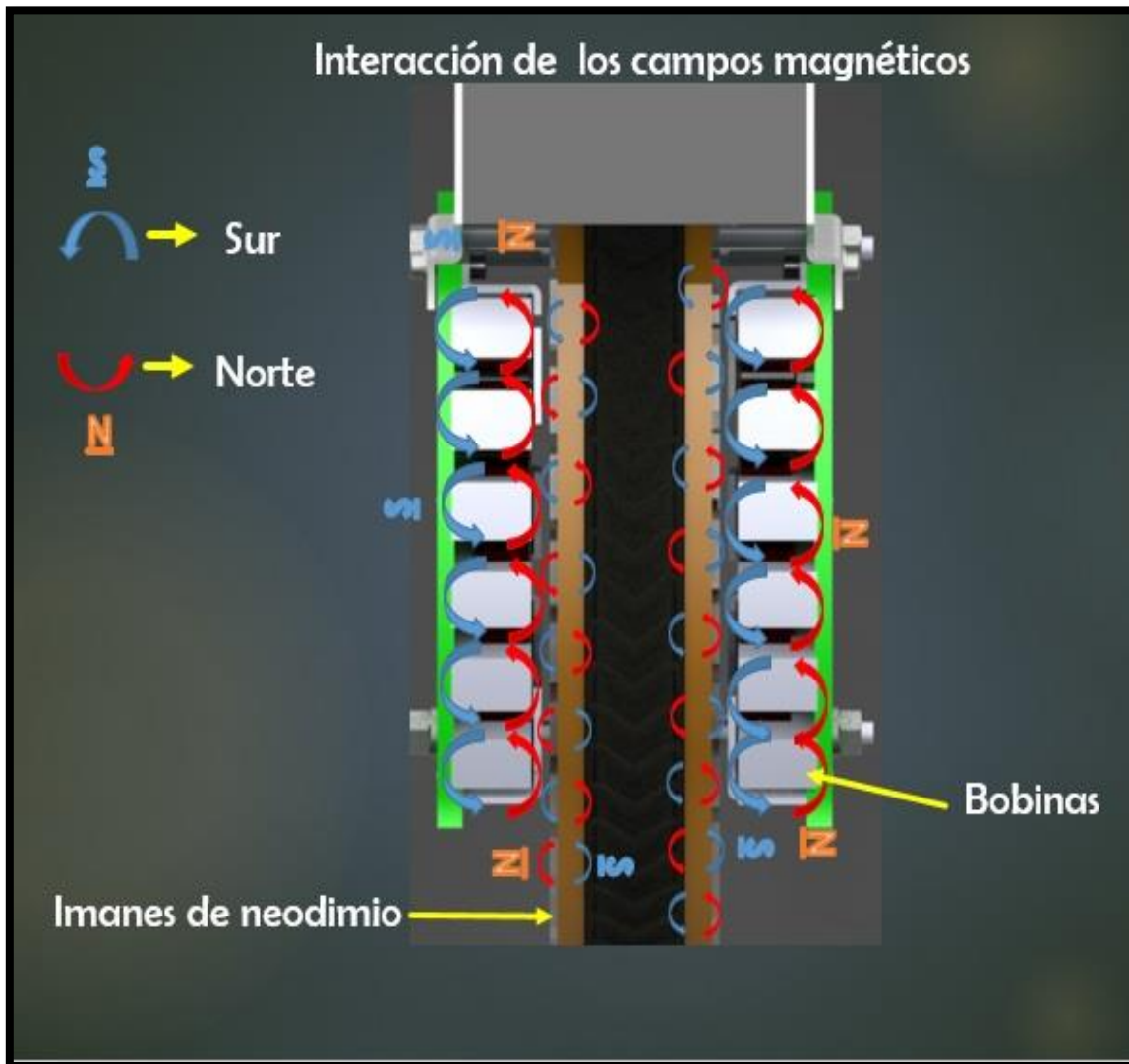


Figura 4.1 Diagrama de interacción de los campos magnéticos

En este diagrama de la figura 4.2 se observa el principio de funcionamiento. Podemos visualizar la interacción entre las fuerzas ejercidas para lograr el principio de funcionamiento de atracción y repulsión, dependiendo de la polaridad obtenida y la configuración de las bobinas como de los imanes de neodimio. Teniendo que lo polaridades iguales se repulsan y polaridades diferentes se atraen.

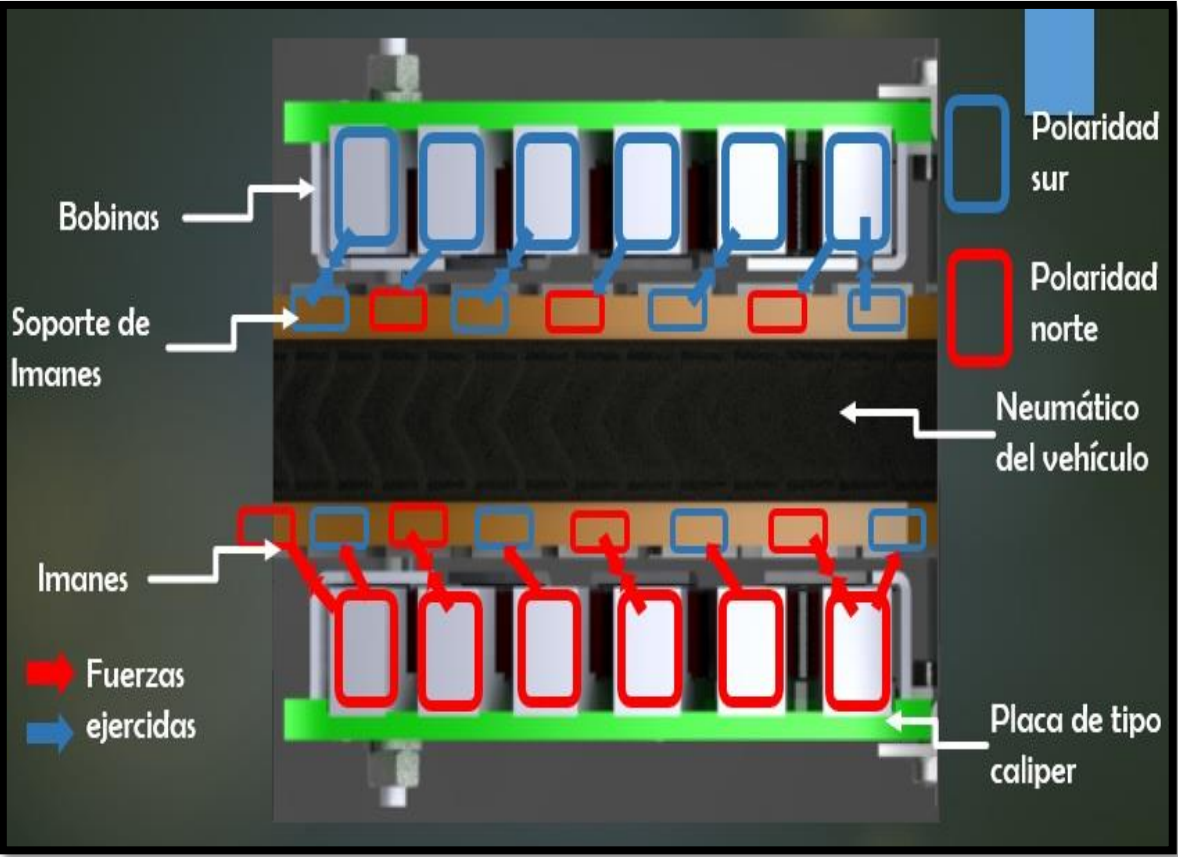


Figura 4.2 Principio de funcionamiento.

En la figura 4.3 observamos 3 fuerzas. La fuerza 1 esta ejercida sobre el electroimán que esta energizado y las fuerzas 2 y 3 están orientadas hacia los demás electroimanen apagados, teniendo que la fuerza 1 es mayor a la fuerza 2 y 3, por que se encuentra energizado el electroimán.

$$F1 > F2 + F3$$

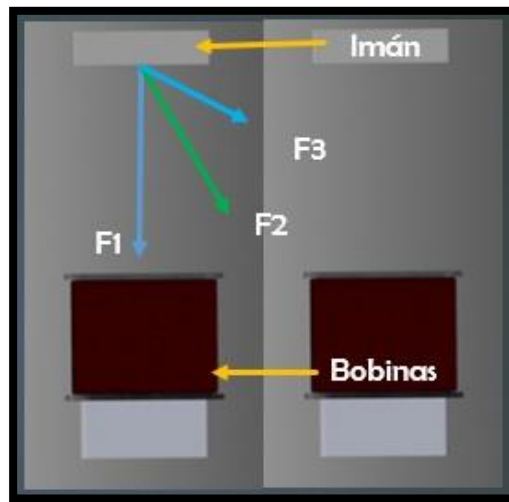


Figura 4.3 análisis de bobinas A

Al encontrarse energizado el siguiente electroimán se generan fuerzas hacia la orientación de la otra bobina lo que generará el desplazamiento, teniendo una fuerza menor en el electroimán anterior lo que hará que se desplace hacia la otra bobina como se observa en la figura 4.4.

$$F1 + F2 < F3 + F4$$

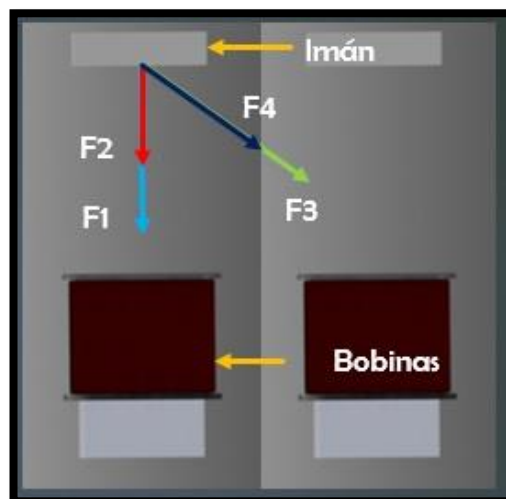


Figura 4.4 análisis de bobinas B

Ya teniendo el desplazamiento anterior se llega a la cara superior del electroimán manteniendo al imán en esta posición ejerciendo las fuerzas que lo atraen hacia este, como se muestra en la figura 4.5.

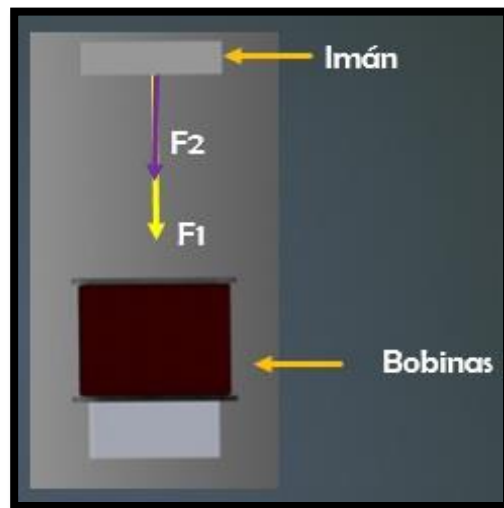


Figura 4.5 análisis de bobinas C

Aquí observamos en la figura 4.6 que al apagar el electroimán, este disminuirá la fuerza ejercida sobre el imán, dando como resultado que la fuerza F2 y F3 sean mayores que F1. Desplazándose al electroimán siguiente.

$$F1 < F2 + F3$$

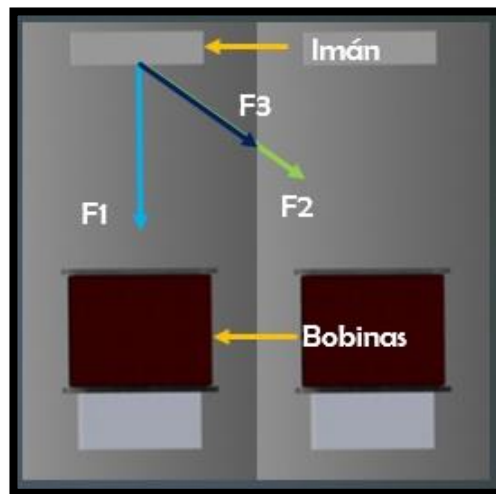


Figura 4.6 análisis de bobinas D

Ya descrito el principio de operación y cómo interactúan las fuerzas de los campos magnéticos, también analizando las fuerzas como generarán el desplazamiento del motor magnético implementado para resolver esta necesidad técnica del vehículo, se realizó este diagrama de cuerpo libre para visualizar la generación de movimiento entre la interacción de las fuerzas, observando la forma que será el desplazamiento. Esto se observa en la figura 4.7.

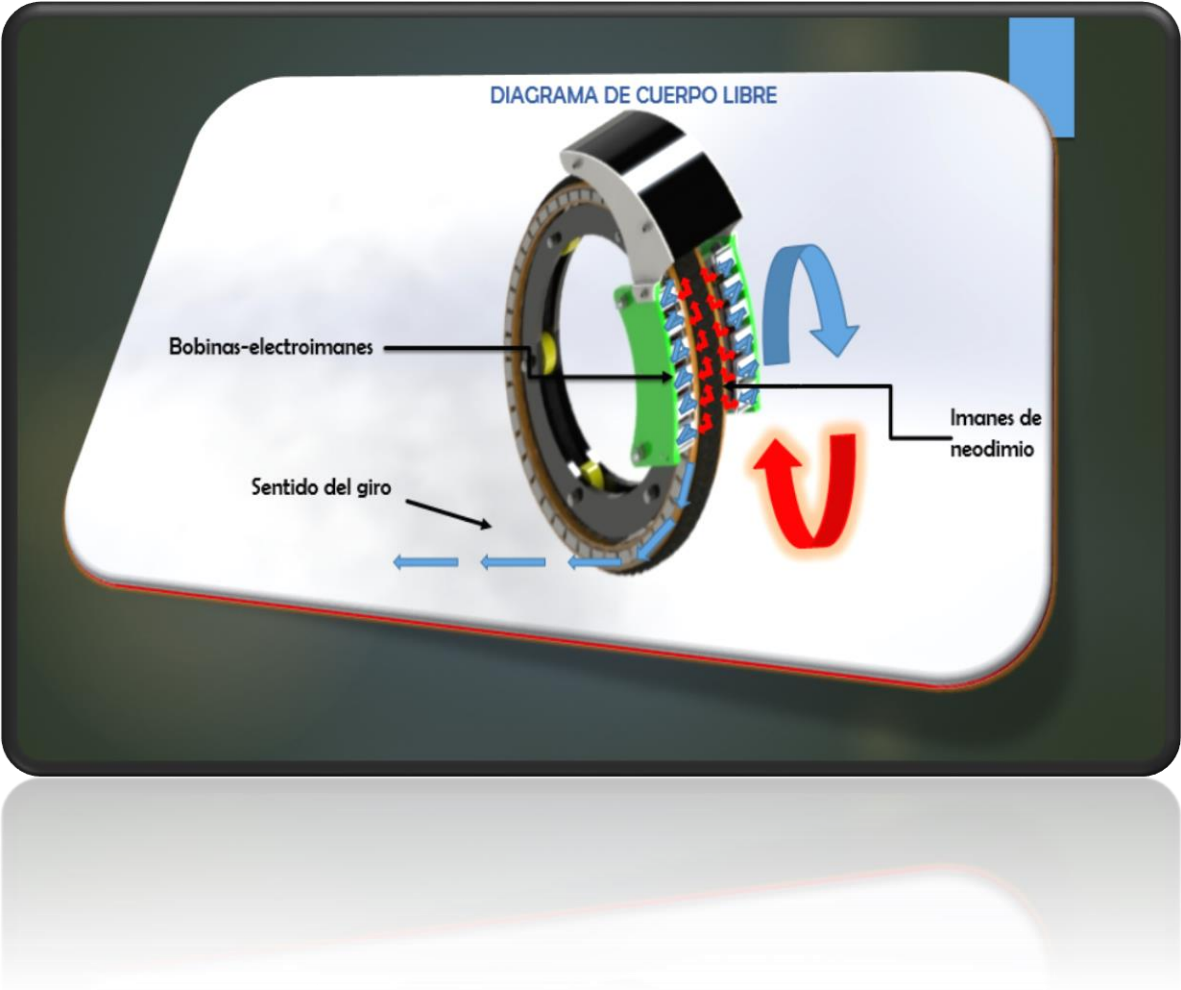


Figura 4.7 Diagrama de cuerpo libre de las fuerzas magnéticas que interactúan.

4.2 Calculo de potencia requerida.

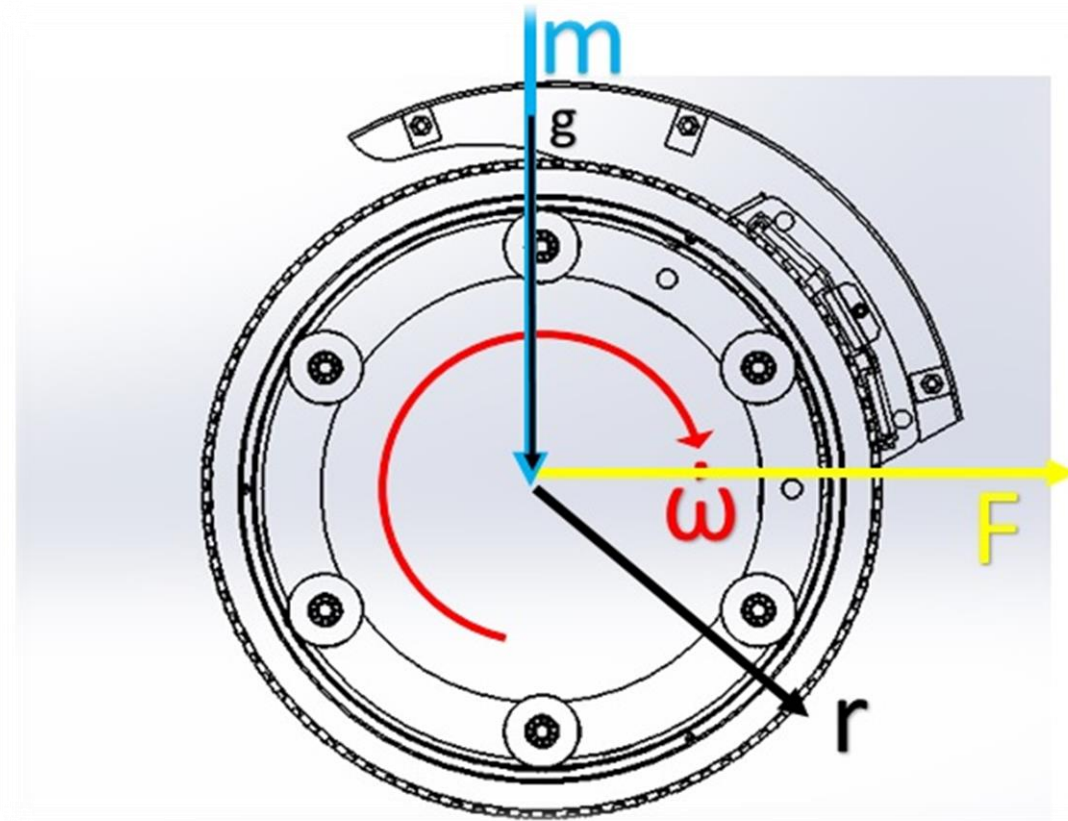


Figura 4.8 Diagrama de cálculo de potencia.

Para calcular la potencia requerida para mover el vehículo. Se calculó el torque necesario para desplazar el automóvil. Se puede observar en figura 4.8 las fuerzas que actúan en este cálculo.

Para lo requerimos calcular la fuerza:

$$F = m \times g \times Crr = N \dots\dots\dots 1$$

Dónde:

m = masa kg

g = aceleración de la gravedad $\frac{m}{s^2}$

Crr = Resistencia a la rodadura. (0.03) Ver Anexo B

N = newton

Obteniendo la fuerza neta que se ejerce. Para ejercer el desplazamiento de rodadura sobre el vehículo. En la ecuación número 1

Necesitando saber el torque, dado por:

$$\tau = F \times d \dots\dots\dots 2$$

Donde:

τ = Torque

F = Fuerza

d = Distancia (radio de la rueda)

Sustituimos el resultado de la ecuación 1 en 2 para obtener el torque necesario para mover el vehículo.

La potencia que requiere el motor para impulsar el vehículo y logre alcanzar velocidades de 30 km/h. Desplazando pesos de 150 kg.

Dada por la siguiente ecuación:

$$P = \tau \times \omega \dots\dots\dots 3$$

Donde:

P = potencia Watts

τ = Torque

ω = Velocidad angular.

Donde sustituiremos el resultado de la ecuación número 2 en la número 3. Faltaría encontrar la velocidad angular para esto tenemos que:

Necesitamos encontrar la distancia lineal:

$$Rev = \frac{d}{\pi D} \dots\dots\dots 4$$

Donde:

$Rev.$ = revoluciones

d = Distancia lineal

π = Constante pi

D = Diámetro de la rueda.

Esta ecuación número 4 nos dará el número de revoluciones. Teniendo que:

$$1 Rev = 2\pi rad$$

Teniendo esta equivalencia se procede a multiplicar las revoluciones obtenidas de la ecuación número 4.

$$Rev \times 2\pi rad = resultado en rad.....5$$

Este resultado se dividirá en segundos para poder obtener la velocidad angular, teniendo la equivalencia siguiente:

$$\frac{1h}{3600s}$$

Dividiendo el resultado de la ecuación 5 en la equivalencia anterior obteniendo la velocidad angular ω .

$$\omega = \frac{\text{Resultado de la ecuación 5}}{36000}.....6$$

Sustituyendo en la ecuación número 3 el resultado anterior, obtendremos la potencia requerida para mover el vehículo.

$$P = \tau X \omega3$$

Teniendo el resultado en watts.

$$P = \text{Watts}$$

4.3 Configuración.

En la configuración seleccionada anteriormente de la que hablamos en el capítulo anterior, se tenía un concepto el cual descomponía las funciones adecuadamente, en la que se toma en consideración la posición de los imanes y las bobinas que tienen que interactuar entre ellos para lograr adecuadamente su principio de operación mediante campos magnéticos. Obteniendo también buena aceptación a la estética del vehículo respecto a su entorno, observamos que la configuración del motor resulta adecuada para tener un fácil ensamble, también para realizar actividades de mantenimiento haciéndolas más sencillas, destacan las características para integrar piezas ya existentes en el mercado, como lo son rines de aluminio y neumáticos de bicicletas, llegando a reducir costos. Resultando que la mayoría de las piezas del concepto realizado son de materiales diamagnéticos o con poca atracción magnética. Para realizar este modelo se utilizó el programa CAD *Solid Works*, lo podemos observar en la figura 4.9.

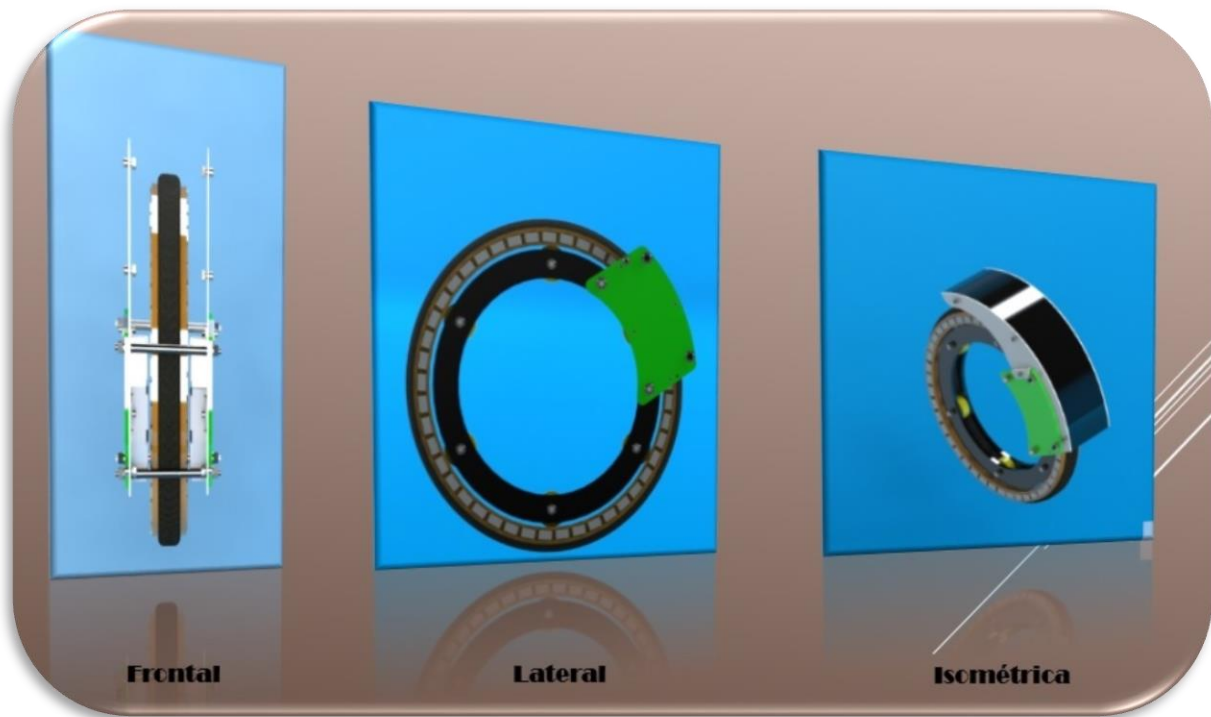


Figura 4.9 Vistas del concepto seleccionado.

4.3.1 Configuración eléctrica.

4.3.1.1 Estator.

Observamos en la figura 4.10, que esta parte del motor está constituido por tres subensambles, los cuales constituyen la parte del estator del motor eléctrico diseñado, que tiene la función de estar fija y servir de soporte en general.

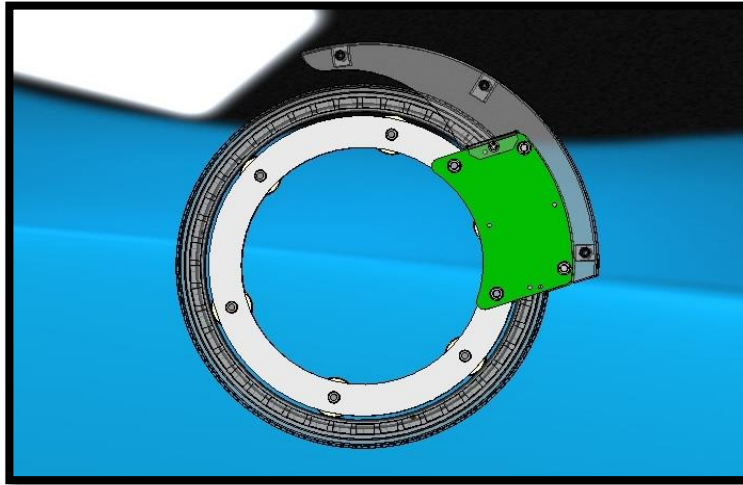


Figura 4.10 Estator del sistema de propulsión.

4.3.1.2 Rotor.

El rotor del motor eléctrico está constituido por dos subensambles, los cuales actúan en esta función, lo que transmitirá el movimiento que generara el desplazamiento del vehículo, teniendo así una configuración adecuada para realizar las funciones de un motor eléctrico. Observamos el motor en la figura 4.11.

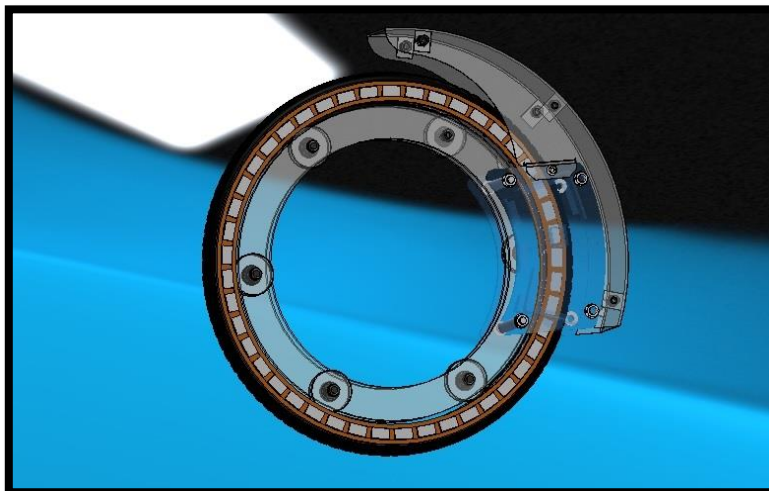


Figura 4.11 Rotor del sistema de propulsión

4.4 Soporte Tipo Caliper.

Este ensamble cumple con la función de soportar las ferritas como, se muestra en la figura 4.12 c) y las bobinas que generan los electroimanes utilizados, figura 4.12 b), estos van adheridos con pegamento industrial a las placas de soporte de las ferritas la cuales las placas se realizarán de aluminio en placa aleación 1100 temple F. También a estas placas van unidas .Los soportes de las ferritas que ayudarán a cubrir las bobinas y mantenerlas fijas complementando a la adhesión por pegamento sintético. Estos soportes de ferritas se realizaran de aluminio aleación 1100 placa calibre 12, como se muestra en la figura 4.12b). También tiene la función de unir el motor por medias sujeciones mecánicas desmontables al subensamble del rodamiento junto con este. En este ensamble se tienen 4 pernos que unen a los ensambles del rodamiento con el de soporte tipo caliper, tendrán roscas tipo UNC, de los cuales se harán de material de acero inoxidable 304. estos pernos se pueden apreciar en la figura 4.12 a).

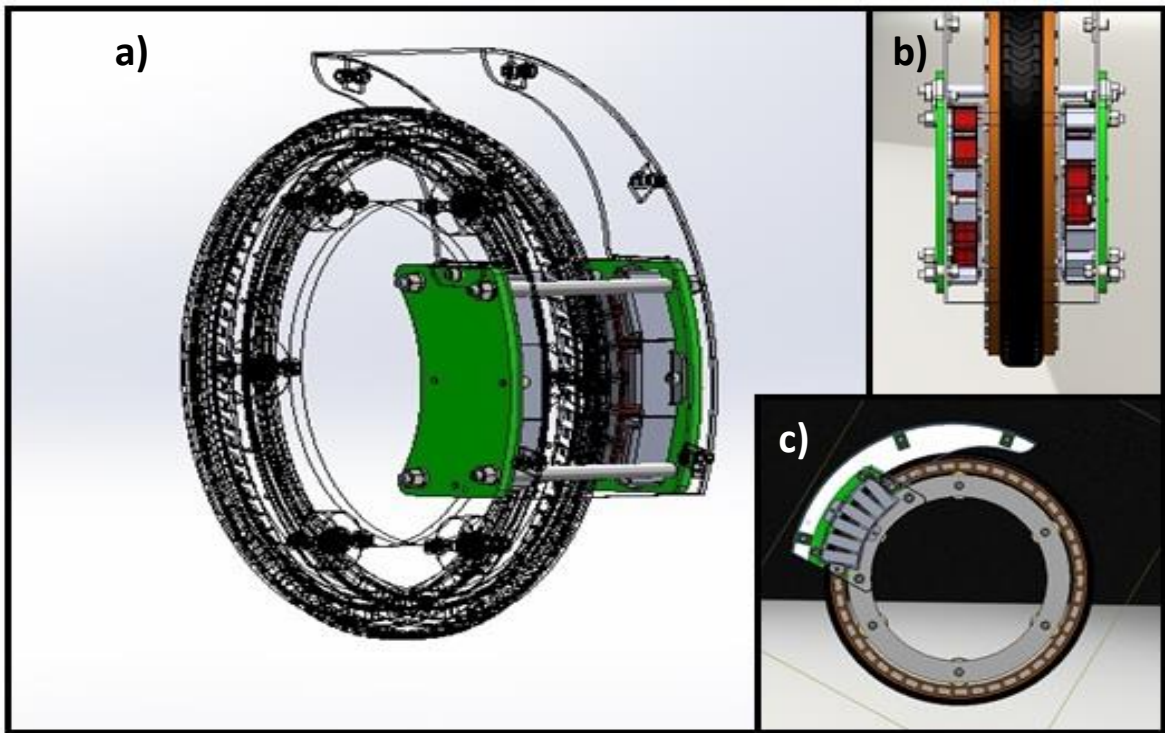


Figura 4.12 Vistas del Subensamble del Soporte Tipo Caliper. a) vista isométrica, b) vista frontal y c) vista lateral.

4.5 Rodamiento.

El subensamble mostrado en la figura 4.13 a), tiene la función de permitir movimiento generado por los electroimanes y los imanes permanentes, al momento de generar los campos magnéticos, actuando como un rodamiento. Esto se debe gracias a los dos subensambles que componen esta parte del sistema, teniendo como un ensamble las rodajas, que son las de color amarillo en las figura 4.13 b). Estas tienen forma geométrica cilíndrica, también tienen un balero interno y un seguro track componiendo este ensamble, las que estarán hechas de nylon, teniendo en cuenta que esta pieza se diseñó para sufrir el desgaste y no afectar otras partes del sistema, que tengan mayor costo, ya que el material de esta pieza es económico. Los soportes de las rodajas están hechos de aluminio en placa aleación 1100 temple F. Estas tienen la función de soportar el peso que se ejerce al unir las 6 rodajas en este ensamble uniéndolas por tuercas UNC. También teniendo la función de unir el ensamble de rodamiento con el soporte tipo caliper.

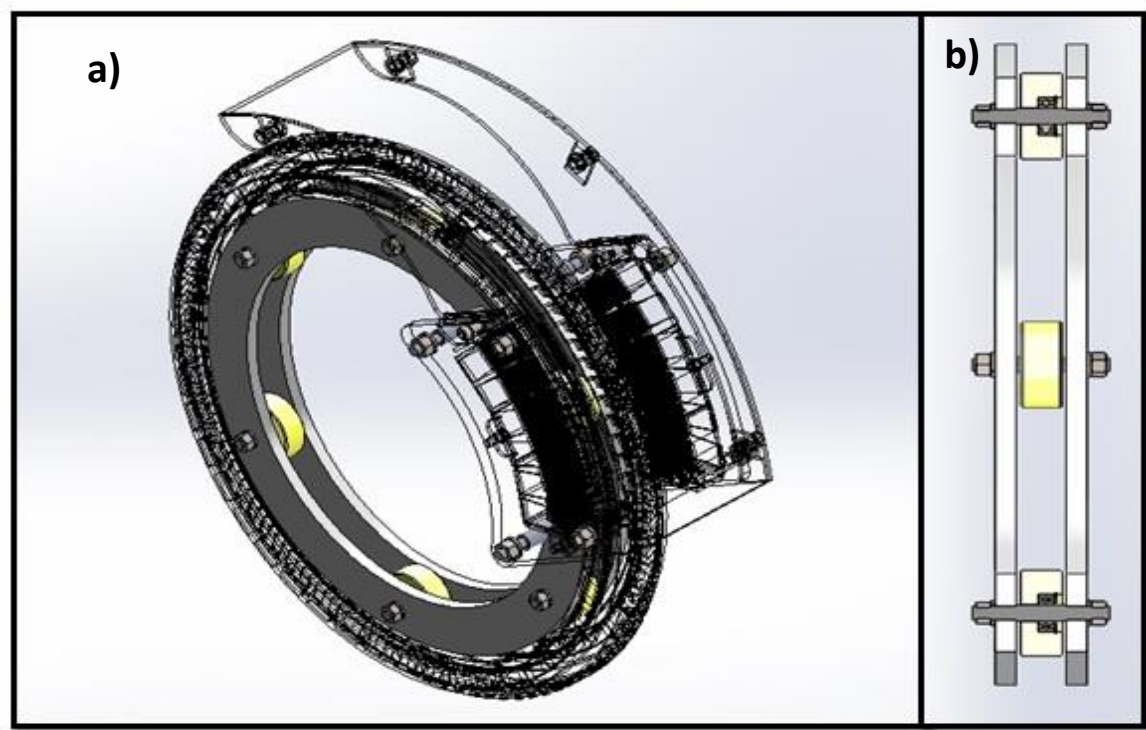


Figura 4.13. Vistas del Subensamble del Rodamiento. a) vista isométrica y b) vista frontal.

4.6 Soporte de imanes con llanta.

Esta parte del sistema tiene la función de ser el rotor del motor, teniendo un subensamble, el cual consta de tener un soporte donde irán colocados los imanes de neodimio, como lo muestra la figura 4.14 b). Cuenta con un cajeadado en donde se colocarán los imanes sujetándolos con un adhesivo industrial. Esta pieza se realizó de aluminio 1100 temple F. La unión se logra a través de tres barrenos roscados, los cuales están en el soporte y el rin. Esta unión es lograda por tornillos, llegando a sujetar el soporte de imanes con el rin, lo que hace un subensamble mostrado en la Figura 4.14 a).

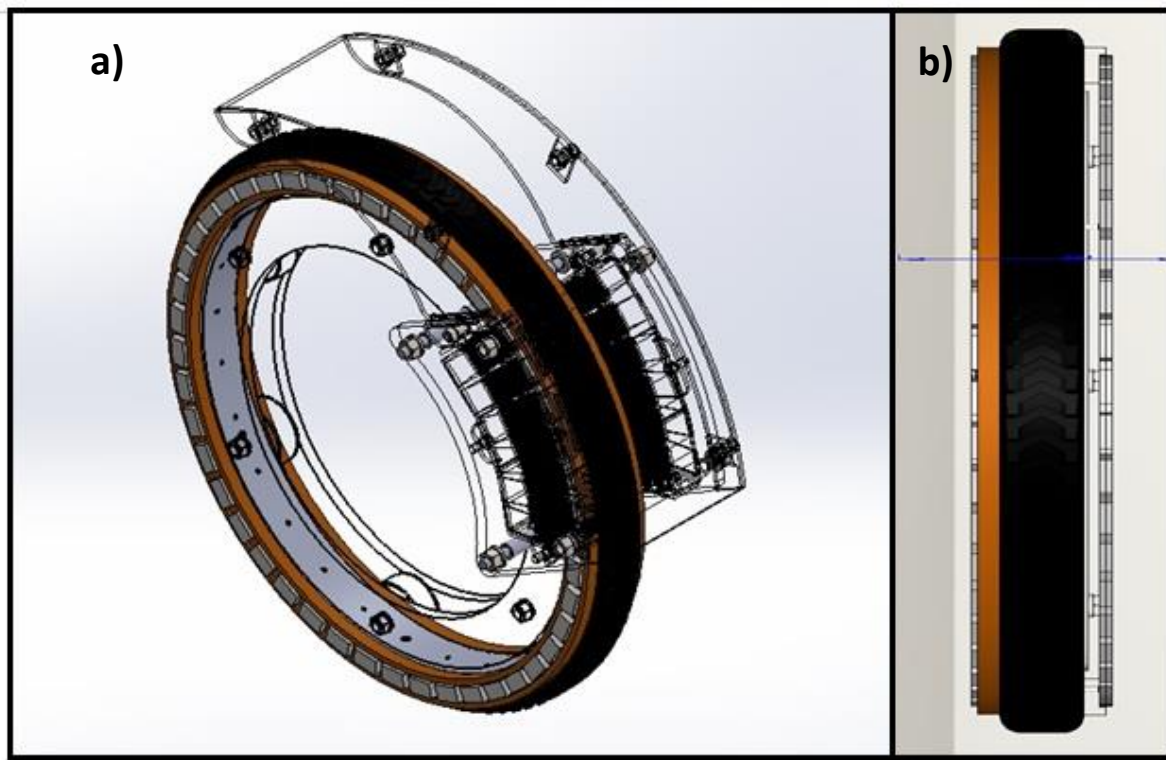


Figura 4.14. Vistas del Subensamble del Soporte de Imanes con llanta. a) vista isométrica y b) vista frontal

4.7 Salpicadera.

Esta parte del sistema cumple con las funciones de cubrir el sistema de las diferentes salpicaduras e inclemencias del tiempo, la cual tiene forma curva como lo muestra la figura 4.15 a). Está constituida por un ensamble de 3 piezas, figura 4.15 b), las cuales serían realizadas de lámina de acero inoxidable tipo 304 calibre 12, debido a que tiene la función de proteger el sistema de distintas inclemencias y/o sustancias que se encuentran en el medio ambiente, como aparece en la figura 4.15c).

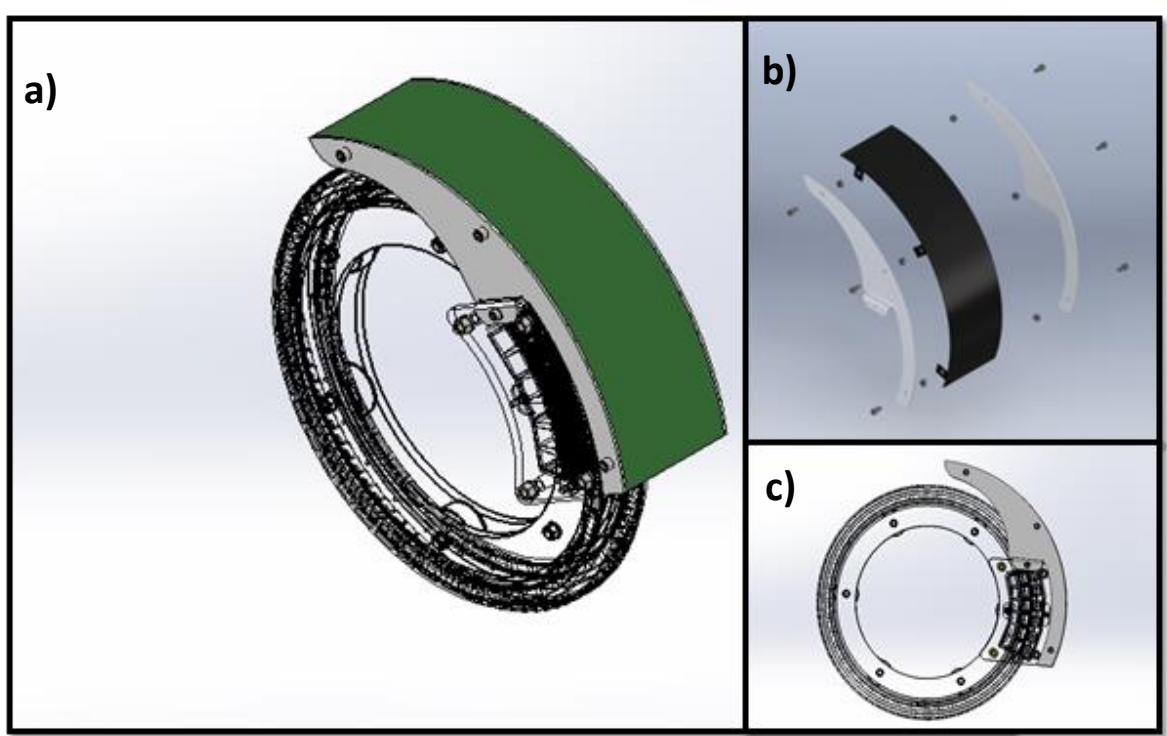


Figura 4.15. Vistas del Subensamble de la Salpicadera. a) vista isométrica, b) vista explosionada isométrica y c) vista lateral

Para mostrar más a detalle la configuración y el análisis de las piezas dirigirse al apéndice “A”, en esta parte se encontrarán todos los planos de construcción del modelo.

4.8 Materiales.

Se realizó una búsqueda en sitios web así como en libros para hacer una selección de materiales para el concepto, de la cual se escogieron por sus propiedades físicas, las cuales fueron analizadas para poder ser seleccionados en este diseño. Ya que el diseño del sistema de propulsión funcionará con un sistema electromagnético, se seleccionaron materiales con propiedades físicas diamagnéticas, analizando costos y disponibilidad del material, se hizo una búsqueda en las empresas dedicadas a la provisión de estos materiales analizando lo anterior. Los materiales propuestos son:

- Aleaciones de aluminio.
- Aleaciones ferrosas.
- Polímeros.

4.8.1 Aleaciones de aluminio.

El aluminio es un material seleccionado para este concepto debido a las aleaciones que existen en el mercado, ya que al combinarlo con otro tipo de materiales adquiere mayor dureza y dependiendo de la aleación, se tienen características distintas. Las propiedades más sobresalientes y por las cuales se eligió este material fueron las siguientes:

- Un material diamagnético.
- Dureza.
- Resistencia a la corrosión en su capa exterior alúmina, la cual la encapsula y no deja que avance por el material internamente.
- La facilidad de manufactura que este material posee.
- Su disponibilidad al público.
- Baja densidad respecto a los aceros.

La selección de este material se debe a sus propiedades físicas que posee, que son: densidad baja la cual le da ventaja sobre los aceros. Esta propiedad estaría favorece debido a que se requiere un sistema ligero. También sus propiedades físicas para los tipos de acabados superficiales como el anodizado el cual se quiere implementar en el sistema.

4.8.1.1 Anodizado.

Este acabado superficial se propone para las partes que son de aluminio, ya que algunas piezas del sistema tendrán contacto con las inclemencias del clima, de las cuales encontramos lluvias, calores extremos, humedad. Teniendo en cuenta que el aluminio tiene una alta resistencia a la

corrosión, y este proceso aumenta esta propiedad con este acabado. El cual consiste en incrementar la capa natural que tiene el aluminio, se llama alúmina, la cual es realizada a través de procesos electrolíticos. Obteniendo una capa de 5 μm a 20 μm . Esta capa depende proporcionalmente a la calidad y tipo de proceso a implementar dándole mayor resistencia a la corrosión e incrementando la dureza de la pieza seleccionada para este proceso. En las que actualmente en el mercado podemos encontrar capas de este recubrimiento en colores tales como: gris, oro, bronce, negro y rojo. Los últimos avances en técnicas basadas en interferencia óptica han desarrollado colores como azul, gris perla y verde.

4.8.2 Aleaciones ferrosas

Estas aleaciones también son planteadas debido a que algunas de estas son empleadas en el diseño de este concepto debido al costo económico y abundancia que existe en el mercado actualmente son una excelente opción para la tornillería y algunos soportes que se utilizarán. En las que encontramos una gran gama de aleaciones. De las que después de analizar en fuentes web como libros de la especialidad se consideraron las siguientes:

4.8.2.1 Aceros al carbón

Las aleaciones están constituidas por dos elementos los cuales son: Hierro- Carbono donde se encuentra el carbono en un 0.3%, en las cuales una proporción de carbono interactúa con el hierro. En las que encontramos este material como una opción viable. Por lo económico en la tornillería y su vasto mercado de estos componentes, también su fácil accesibilidad para obtener estos. De las cuales son las más utilizadas en la industria y se encuentran en forma de; lámina, tubos, placas, solera, perfiles, tornillería.

4.8.2.2 Aceros inoxidables

Este tipo de aleaciones de Hierro-Cromo, conteniendo un porcentaje mínimo del 10% al 12 % de cromo, en las que esta aleación de acero aumentará su resistencia a la corrosión. Debido al cromo, que forma una capa de pasividad en la superficie logrando una afinidad por el oxígeno, evitando la corrosión del hierro., haciéndolos conformables, teniendo buena dureza mecánica, alta resistencia a la corrosión y haciéndolos no ferromagnéticos. Que fue por lo que se eligió este material. Esta aleación la podemos encontrar en diferentes presentaciones tales como: laminas, tubulares, hojas y tornillería. Etc.

4.8.2.3 Polímeros.

El polímero que utilizaremos será el nailon, este material se genera por policondensación de un diácido con una diamina, el cual tiene propiedades mecánicas adecuadas para el concepto a implementarse, ya que tiene dureza suficiente y su fácil maquinado. Y también está contemplado para ser una pieza económica para su sustitución en el sistema. Este tipo de material también se seleccionó por su costo, el cual es económico, se encuentra en el mercado en forma de: barras tubulares y rectangulares, cómo también láminas.

4.9 Uniones mecánicas.

Las uniones mecánicas serán requeridas en este sistema, ya que estas constan de elementos que cumplen con funciones específicas, debido a que pueden ser articulaciones o sujeciones entre elementos para poder ejercer la función determinada. En estos casos se utilizan uniones mecánicas de las cuales utilizaremos uniones desmontables y uniones fijas.

4.9.1 Las uniones fijas.

En este concepto se utilizara la unión mecánica por adhesivo, qué se trata en una unión fija .Estas uniones son cuyos elementos no pueden separarse sin producir algún desperfecto y rotura de los elementos que la componen, las más comunes son; remaches, soldadura, roblones, adhesivos y ajuste de presión. La cual consiste en aplicar un pegamento industrial de origen sintético. En los elementos a adherir, estos quedaran fijos sobre la parte seleccionada, para desarrollar su función adecuadamente.

4.9.2 Uniones desmontables.

Estas uniones se utilizan cuando se quiere desmontar un elemento conectado, lo cual facilitará su ensamble y mantenimiento del sistema, por eso se eligió este tipo de unión. Entre este tipo de uniones estas las que son por medio de elementos roscados, pernos, guías, broches.

La unión de elementos roscados, que fue la que se implementó para este concepto, trata de lo siguiente: tener un elemento que contenga una rosca, que se caracteriza por tener un canal o filete el cual describe una trayectoria helicoidal cilíndrica alrededor del eje del elemento, esta se puede caracterizar por distintos aspectos, los que son la distancia recorrida, las vueltas que da esta, en la cual la cuerda puede ser cuadrada, trapezoidal, triangular o redonda. Los cuales se

seleccionan ciertos parámetros que se encuentran normalizados para la elección de este tipo de uniones, como se muestra en la figura 4.16.

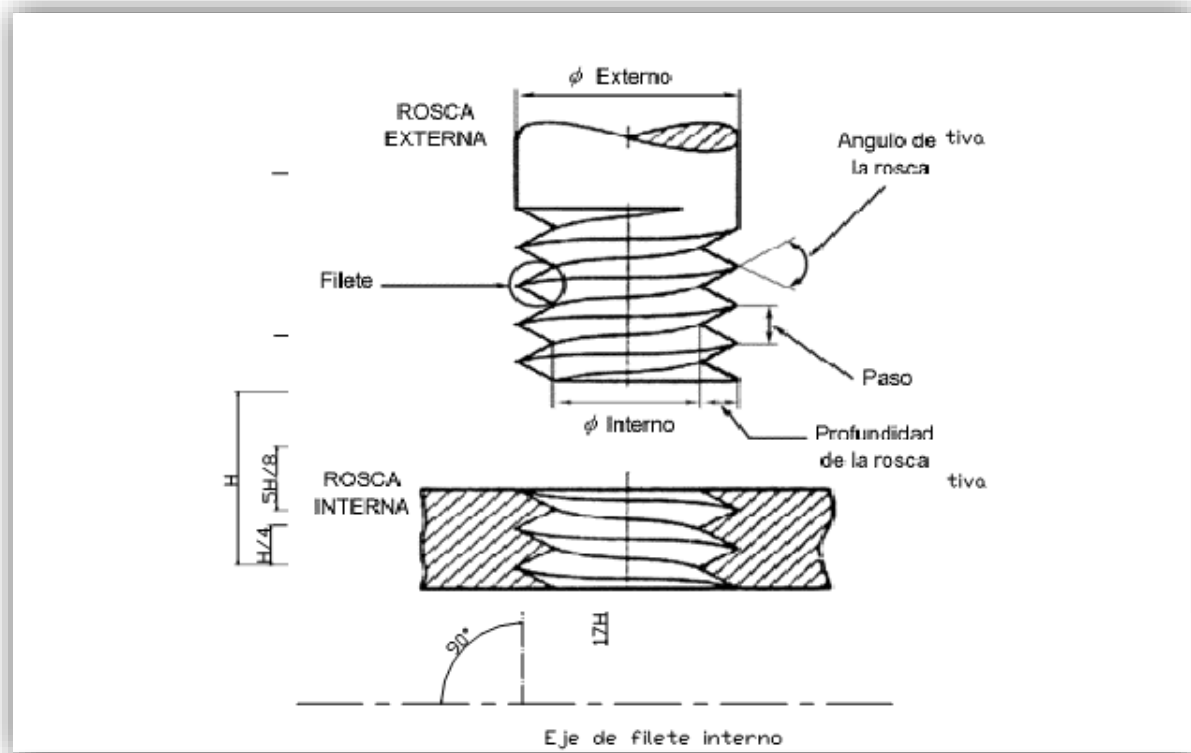


Figura 4.16 Características de cuerda mecánica.

En este concepto se utilizarán tornillos tipo Allen, los cuales necesitarán ser colocados con las llaves del mismo nombre. También se usarán tornillos con cuerdas UNC. (Unificado Normal) y cuerdas con la mismas nomenclaturas, dependiendo la medida requerida por el diseño.

4.10 Controlador.

El controlador empleado para el proyecto fue proporcionado por el Ing. Cesar Leonardo Guerrero Ayala, el cual fue utilizado en su proyecto de tesis "DISEÑO DE ACTUADORES DE DESPLAZAMIENTO LINEAL PARA PLATAFORMA DE SIMULACION PARA VEHICULOS DE COMPETENCIA DE FORMULA SAE", que funciona y está constituido de la siguiente manera. Este fue realizado con el controlador ATmega 328 y la tarjeta de desarrollo arduino UNO, también utiliza un módulo bluetooth es una aplicación utilizada en áreas industriales para la función de redes inalámbricas), el circuito consta también de 4 micro controladores, teniendo uno como maestro y los tres restantes en función de esclavo.

Se desarrolló la programación, que consiste en recibir las órdenes mediante una computadora, la cual mandará la señal a través de un módulo de bluetooth. Esta señal incluirá el accionamiento de las bobinas para energizar y accionar el motor, esto derivado de la configuración de los controladores, ya que se tiene un controlador maestro y tres esclavos enviando el controlador maestro la señal para cada controlador esclavo dependiendo de la configuración anteriormente explicada, el cual era alimentado por la baterías que se plantearán más adelante. Para la etapa de potencia del controlador se utilizaron los siguientes componentes; optoacoplador que sirve para proteger a los microcontroladores de la etapa de potencia, debido al manejo del voltaje y la corriente requerida, también utilizaron transistores Mosfet para poder realizar una salida adecuada en los transistores Tip 120, donde la etapa de potencia funciona de la siguiente manera, Como se observa en la figura 4.17.

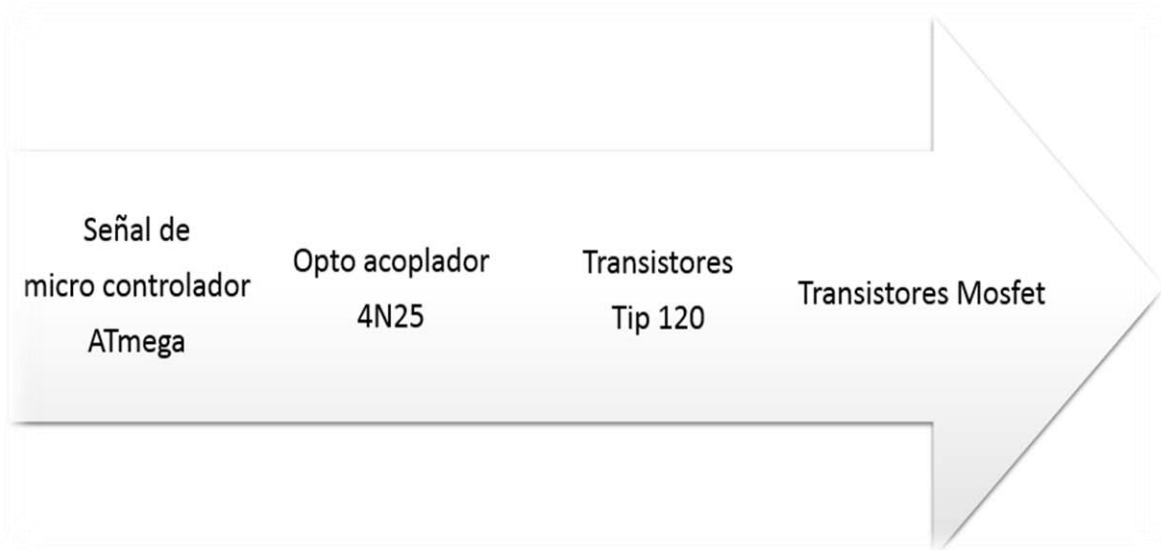


Figura 4.17 Funcionamiento de la etapa de potencia.

El cual se plantea utilizar de la siguiente manera en este concepto, por medio de un mecanismo ya sea mecánico o un dispositivo electrónico, se plantea accionar el controlador maestro para accionar los controladores esclavos, los cuales estarán configurados para accionar y mandar la señal a la etapa de potencia la cual energizará las bobinas energizándolas respectivamente generando el desplazamiento del vehículo cumpliendo con el objetivo plantado anteriormente.

4.10.1 Fuente de alimentación.

Las fuentes de alimentación es un dispositivo que está encargado de suministrar energía a nuestro sistema eléctrico. El cual en nuestro caso sería electromagnético y electrónico. Las tensiones eléctricas pueden ser variables dependiendo del circuito eléctrico. Para poder obtener condiciones de operación ideales en el sistema; en los que encontramos dos tipos de sistemas de alimentación; los primarios estos operan de manera que no necesitan de alguna carga preliminar. En los elementos secundarios se necesita tener una carga previa para el funcionamiento del sistema sea óptimo. En los sistemas primarios son por ejemplo las baterías eléctricas, tienen como principio la generación de reacciones químicas, las cuales provocan la energía eléctrica, estas por lo general tienen una vida útil corta, aunque tienen costos muy accesibles al público.

Se realizó una búsqueda en sitios de proveedores, que tienen sitios web, en los cuales se vieron y se analizaron los diferentes tipos de baterías y acumuladores en el mercado. Se optó por utilizar un sistema secundario para nuestro sistema que se implementara en el concepto presentado. Debido a que si utilizamos elementos primarios serían causa de contaminación al medio ambiente también y a un lapso de tiempo saldría más costoso. Seleccionando elementos secundarios de alimentación como baterías y acumuladores recargables.

4.10.2 Baterías.

Las baterías recargables que mediante celdas y reacciones electroquímicas permiten ser recargadas, cuando termina su carga. Teniendo varios ciclos de vida y no solamente un ciclo de vida útil esto dependerá del proveedor o la marca y también de los materiales de los que está compuesta, también otro factor a notar es el precio, del cual dependerá la calidad así también la eficiencia de esta. Algunos parámetros para seleccionar las baterías son:

- Régimen de descarga.
- Densidad eléctrica.
- Número de ciclos.

Régimen de descarga es la cantidad de carga de la batería que se consumirá en una hora, lo que lleva a la corriente especificada. El régimen de descarga se define como: Ah (ampere/hora).

Densidad energética, donde tenemos energía de la batería por cantidad de masa, y las unidades son: W.h/kg.

Numero de ciclos, esto quiere decir la cantidad de veces que la batería será cargada y poniéndola en operación será descargada, esto cumple un ciclo, lo que en las características de la batería vendrá definida este número de ciclos.

En donde se seleccionaron dos opciones para este concepto las baterías de ciclado profundo y las baterías de Ion Litio.

4.10.2.1 Baterías de ciclado profundo.

Las baterías de ciclado profundo son diseñados para soportar un alto número de descargas profundas y ser recargados sin tener daños y afectar el desempeño de estas, estos equipos son principalmente ocupados cuando el sistema no tiene un propio sistema de energía, estas baterías están constituidas con materiales de alta densidad y aditivos .son fabricados con materiales, hechos de aleaciones de Antimonio (SB), y diseñadas para soportar descargas de hasta un 70% de su capacidad. Y son hechas para proporcionar corrientes por varias horas dependiendo el uso. Aunque su única desventaja sería su peso.

4.10.2.2 baterías de Ion Litio.

Esta batería diseñada para almacenar energía eléctrica por medio de un electrolito en forma de gel. Tiene como ventaja ser una batería muy ligera, su elevada carga energética y su alta resistencia a la descarga, teniendo un alto numero de regeneración de ciclos. Las cuales son utilizadas en teléfonos celulares, computadoras y recientemente implementadas en autos eléctricos. Una desventaja de estas baterías sería su alto costo en el mercado, debido a que la tecnología es reciente y aun no sale en masa en el mercado industrial.

Donde de las categorías de baterías recargables anteriores, se seleccionó, las baterías de ciclado profundo que cumplía con las necesidades y requerimientos para el concepto, teniendo como principal característica lo económico de estas de ciclado profundo respecto a las baterías de Ion Litio. También su grande mercado actualmente y no sería difícil la sustitución de las baterías si fuera el caso.

4.11 Costo del sistema.

Haciendo una cotización de los materiales que se requiere para la implementación del sistema, donde los costos están en moneda nacional y encontrando todos los elementos en el país. Los cuales se muestran en la tabla 4.1 tenemos las cantidades y sus respectivos costos de los materiales.

Cantidad	Descripción de los vienes requeridos	Unidad de medida	Precio por unidad	Importe
90	Imanes de neodimio	Pza.	37.70	3,384
20	Ferritas tipo "E"	Pza.	19.50	390
8	Seguros Truack	Pza.	9.70	97
3	Alambre magneto calibre 10	Kg.	205	615
8	Rodamientos	Pza.	110	880
1	Lamina de acero inoxidable calibre 16	Pza.	2,828	2,828
1	Barra de acero inoxidable 1/2 "	Pza.	524	524
1	Barra de acero inoxidable 3/8 "	Pza.	293	293
1	Placa de aluminio de 3/8 "	Pza.	6,255	6,255
1	Lamina de aluminio calibre 12	Pza.	2,129	2129
1	Barra de Nylon de 3 "	Pza.	1,831	1,831
			total	19,729

Tabla 4.1 Cotización del sistema.

Este es el costo que se necesita para implementar el sistema 19,729 pesos, sin contar las horas del diseño, tampoco se contemplan la manufactura del equipo. No contando con los recursos por el momento se planteó hacer un modelo demostrativo, que ayudara a la visualización del sistema. Donde se realizó una búsqueda de las opciones viables para hacer el modelo. Tomando como decisión hacer el modelo de la impresión en 3D ocupando esta nueva tecnología.

4.12 Impresión del modelo.

Para la realización de este modelo se investigó sobre las impresoras 3D la cual surge de las tecnologías digitales las cuales pueden superar en algunos casos los procesos de construcción de las piezas empleados hasta el momento. Generando la manufactura aditiva. La que consiste en manejar material a escala micrométrica y colocarlo de forma exacta para generar un sólido. Teniendo la posibilidad de dibujar y después reproducir cualquier objeto imaginado. Esta generación de geometría se obtiene de un archivo en CAD 3D, sin uso de preformas con formativas y sustractivas se procede a la aplicación del principio de la impresora 3D esta dependerá de la técnica de aplicación, debido a que puede ser por sinterizado o estereografía.

Después de la investigación realizada, se prosiguió a buscar una empresa que realizara este tipo de trabajo, encontrando a la empresa *PROSEMEC* dedicada a este tipo de trabajos de ingeniería. Contactándolos y haciendo un presupuesto del trabajo a realizar.

Donde se pidieron los siguientes requerimientos:

- Que tuviera dimensiones mayores de 40 cmX40 cmX40 cm.
- Que los archivos del modelo estuvieran en formato STLL.
- La calidad que requería la impresión.

Después de generar el contacto y teniendo los requerimientos que pedía la empresa para imprimir el modelo, se mandó la impresión del modelo.

En la figura 4.18 se observa como está trabajando la impresora 3D, generando la pieza del modelo.



Figura 4.18 Impresión del modelo.

Para generar algunas piezas la impresora coloca material de aporte para que se logren generar las figuras correctamente, después de dejar enfriar el material, se procede a retirar el material sobrante y dejar la figura definitiva como se observa en la figura 4.19.



Figura 4.19 Piezas impresas.

Después de retirar el material de aporte, se hizo un ligero pulido por medio de lijas para tener un acabado en la superficie más uniforme. Véase en la figura 4.20.

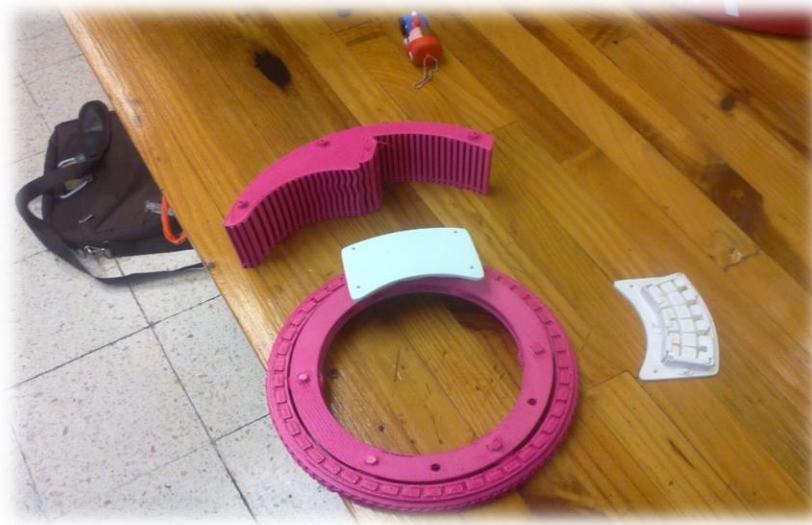


Figura 4.20 Piezas definitivas.

En la figura 4.21 se pueden observar las piezas después de retirar el material de aporte y pulir con lijas de diferentes medidas, para lograr una superficie más uniforme.



Figura 4.21 Tapa tipo caliper con ferritas.

Los pernos se realizaron de acrílico maquinándolos con un taladro y el mototul, desgastando las orillas de los pernos para que estos entraran en los barrenos, donde irían los tornillos en el modelo real, como lo observamos en la figura 4.22.

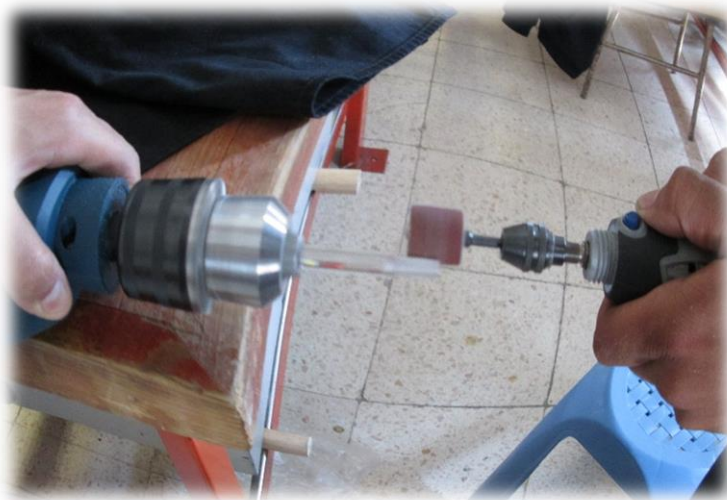


Figura 4.22 Fabricación de pernos.

Ya terminado el modelo, se hicieron los cálculos de los gastos realizados para la impresión 3D. Este fue de 1300 pesos y en la base para sostener este modelo y le diera una mejor presentación, se gastó 200 pesos. Teniendo una suma total de 1500 pesos, en comparación con la cotización del material que necesitaríamos para un modelo de pruebas, la cual era de 18 611 pesos. La impresión del modelo resulto económica ya que no alcanza ni el 10% que necesitaríamos para la fabricación del modelo real.

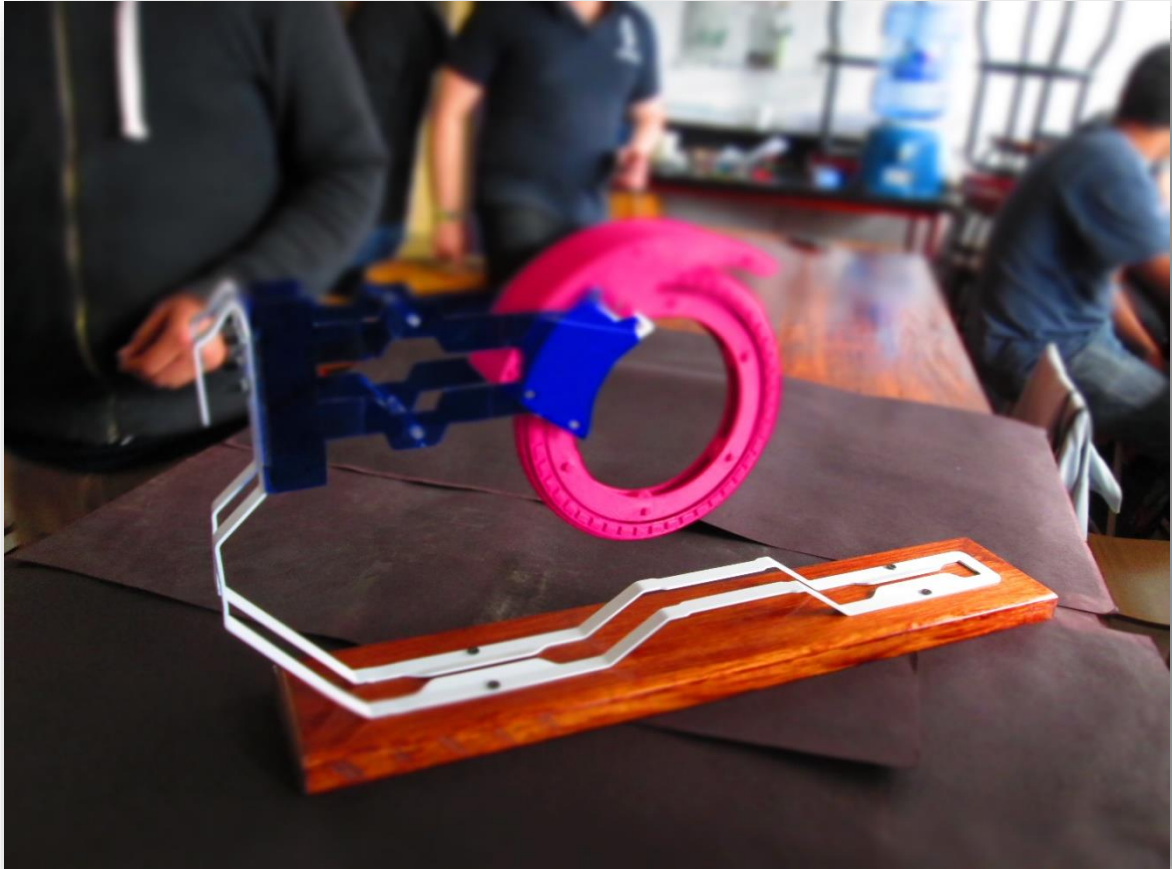
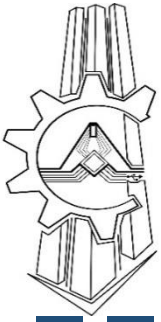
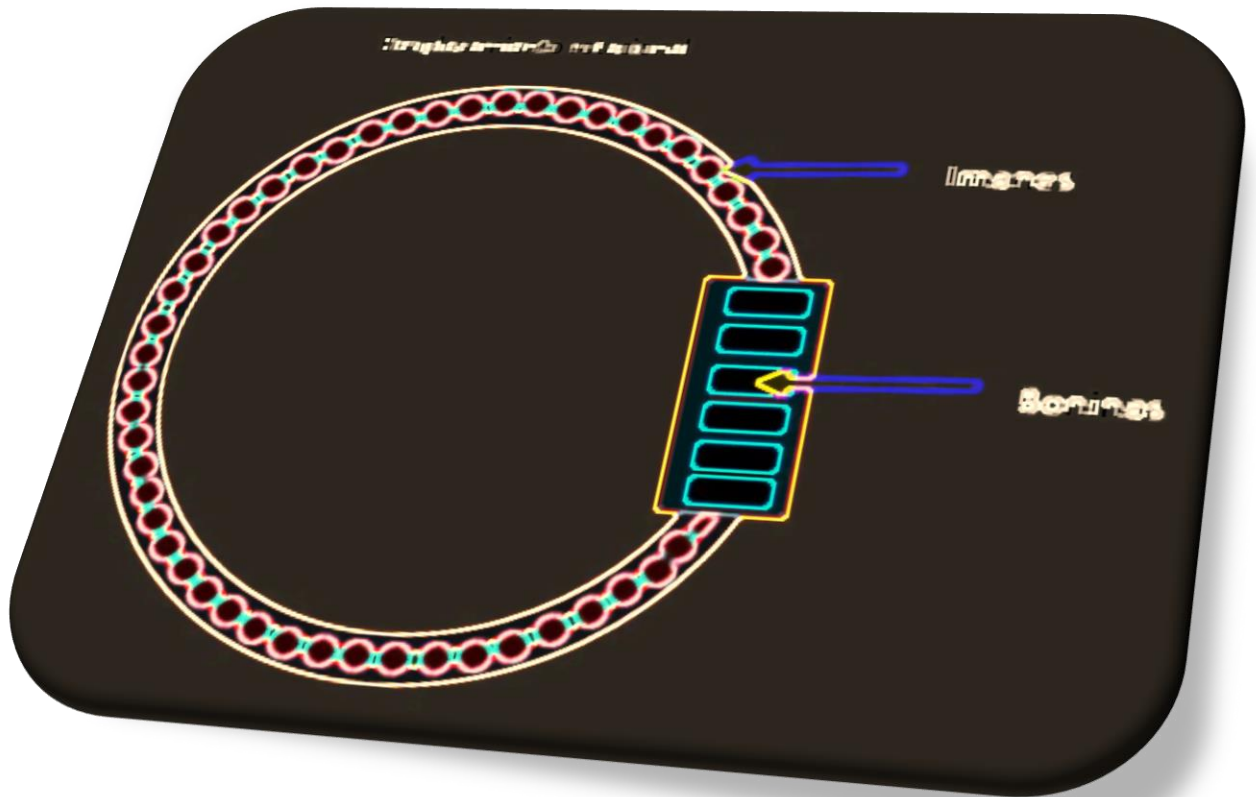


Figura 4.23 Modelo terminado y ensamblado.



5. Pruebas.



Cerca del límite y lejos del final...

Calle 13.

Esta prueba consistió en demostrar el principio de funcionamiento de atracción y repulsión de los imanes respecto de las bobinas, para la cual se puso un tren de bobinas en las cuales se demostraba la configuración de las tres fases. Se colocó un imán sobre una bobina apagada, en donde este sería desplazado a través del accionamiento de las bobinas simulando la activación de las fases logrando el desplazamiento del vehículo.

Para esta prueba se necesitaron imanes de neodimio de 31mm X 28 mm X 3mm, ferritas tipo E modelo E55/28/21, también se fabricaron 6 bobinas de alambre magneto. Las bobinas se conectaron en serie. Estas estaban indicadas por una letra dependiendo de la fase que sería activada en la prueba. Se utilizó también una placa de acrílico para sostener al imán de neodimio, la cual estaba a una distancia de 13 mm respecto al tren de ferritas utilizado para la prueba. Se necesitó de una fuente la cual alimentaba a las bobinas con 3 Amperes.

En la fabricación de las bobinas se imprimieron los carretes en impresora 3D y se les quitó el material de aporte que genera este tipo de manufactura aditiva (*Ver plano de carretes en anexo B*) para poder colocar el embobinado, como se muestra en la figura 5.1.

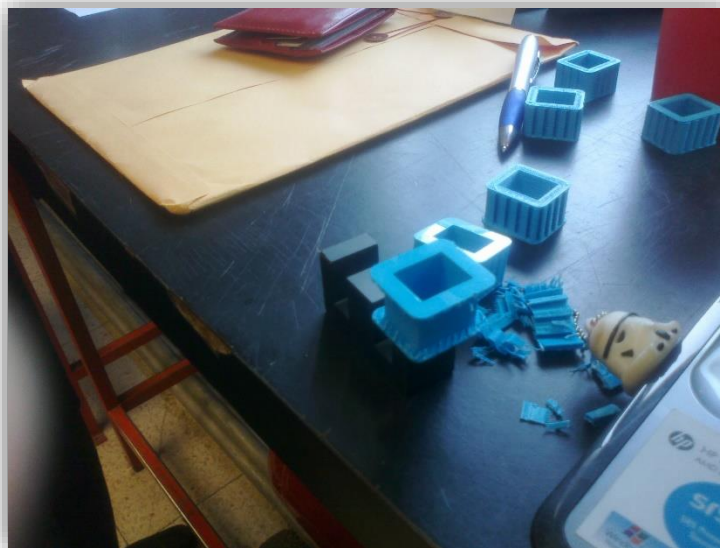


Figura 5.1 carretes de bobinas, hechos en impresora 3D.

Después de la limpieza de la pieza, se procedió al embobinado, el cual constara de 100 vueltas de alambre magneto calibre 21. Se muestra el embobinado en la figura 5.2.



Figura 5.2 Realización del embobinado.

En la figura 5.3 se muestran las bobinas fabricadas, para ser implementadas en la prueba de principio de funcionamiento del motor magnético.

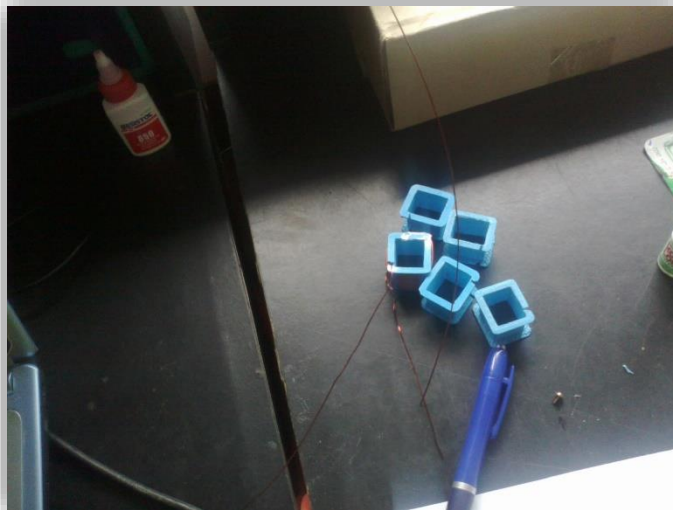


Figura 5.3 Bobinas terminadas.

Dispositivo terminado para la realización de la prueba, junto con sus switches de accionamiento mostrado en la figura 5.4.

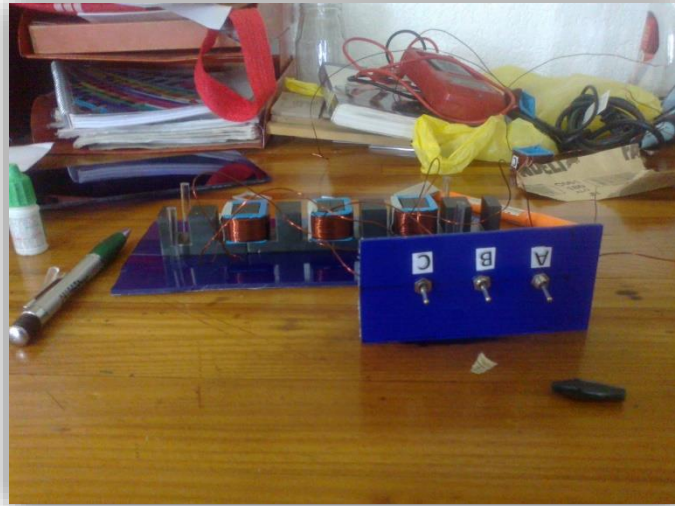


Figura 5.4 Sistema de bobinas.

En esta parte de la prueba colocamos el imán desplazado de la bobina que simula la fase A, la cual al accionar logrará atraer al imán a la posición de la bobina, Se muestra en la figura 5.5.



Figura 5.5 Imán desfasado de la fase A.

Una vez accionando la fase A, se logró atraer al imán a la posición de la fase, como se muestra en la figura 5.6.



Figura bobinas 5.6 Imán en fase A.

Para el accionamiento de la fase B se realizó la misma operación, accionando la fase B y apagando la fase A, como se muestra en la figura 5.7.



Figura 5.7 Imán desfasado de la fase B.

Logrando desplazar el imán hacia la posición de la fase A, a la fase B, mediante el accionamiento de las bobinas. Como se muestra en la figura 5.8.



Figura 5.8 Imán en fase B.

En esta parte de la prueba se repite el paso anterior de apagar la fase B y accionar la fase C, pasando una corriente por la bobina generando el electroimán. Lo podemos observar en la figura 5.9.



Figura 5.9 Imán desfasado de la fase C.

Desplazando el imán a la bobina fase C y terminado la prueba, demostrando el principio de atracción del funcionamiento del motor, mostrado en la figura 5.10.

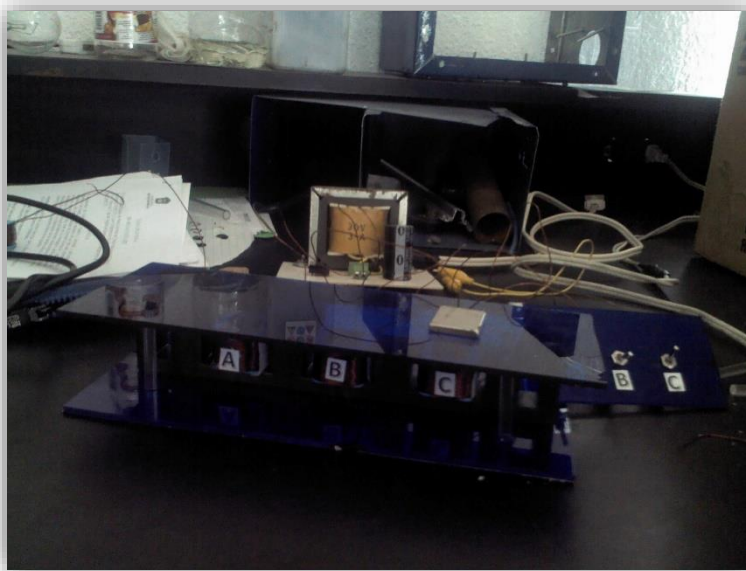


Figura 5.10 Imán en fase C

Realizando así los pasos que se generarán en el accionamiento del motor, en la prueba se realizó un desplazamiento lineal. Mientras que el motor propuesto genera un movimiento rotacional, debido a la configuración que tiene este sistema. Lo podemos observar en la figura 5.11.

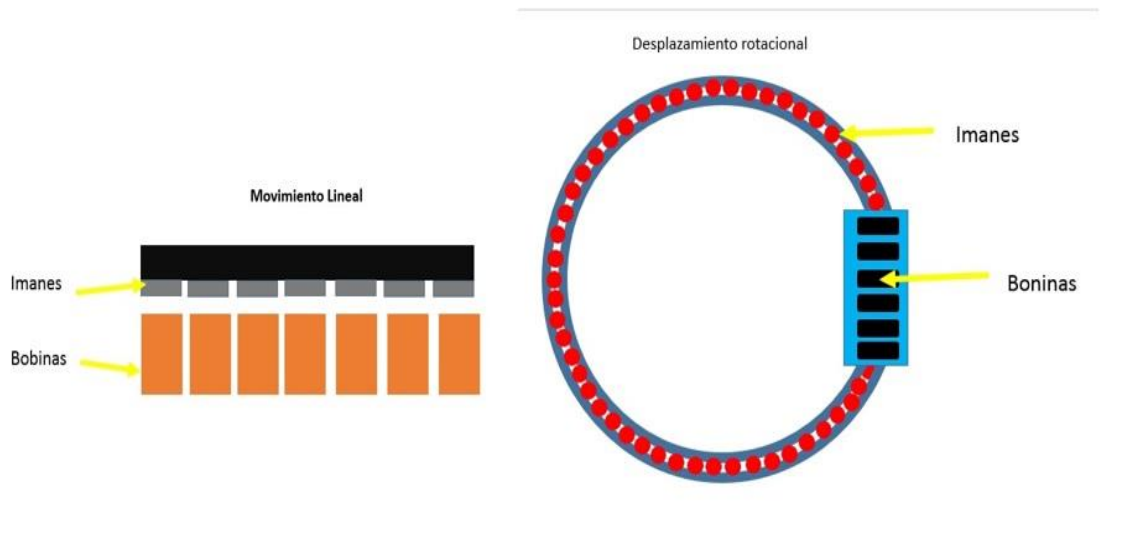
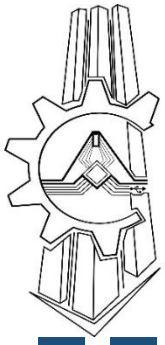
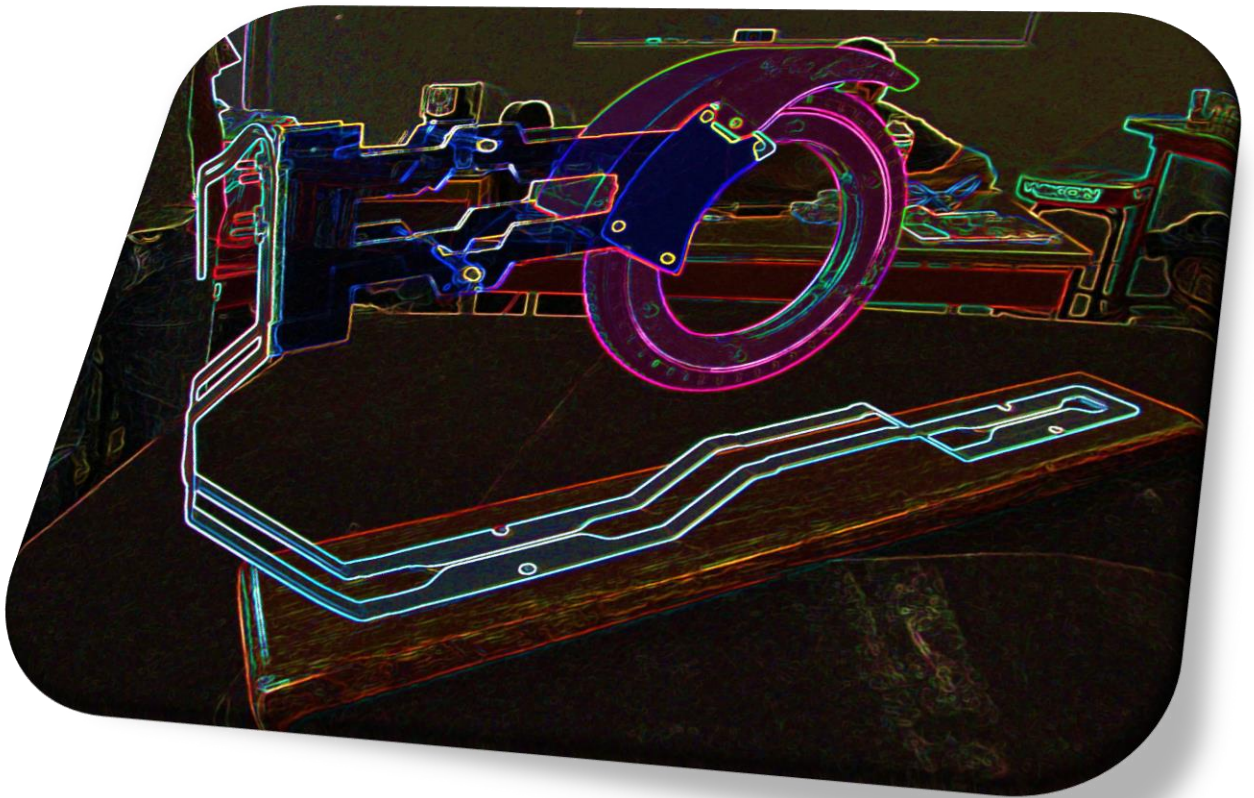


Figura 5.11 Desplazamiento lineal y rotacional



Conclusiones y Trabajo a futuro



El éxito consiste en vencer, el temor al fracaso...

Charles Augustín Sainte.

Conclusiones.

El diseño que se eligió integró varios aspectos de las especificaciones requeridas, el sistema cumple con ser electromagnético, obteniendo también un diseño armónico en conjunto con los demás sistemas que se integrarán al vehículo B-trike. Teniendo una fuente de energía alterna al combustible fósil. Considerando también la integración de piezas existentes en el mercado como lo son los rines y neumáticos de las bicicletas, para la conjunción del sistema. Resultando un sistema constituido por 35 piezas totales, para facilitar su implementación y mantenimiento.

El sistema diseñado cuenta con tener dos sistemas en uno, ya que el mismo motor sirve para transmitir el movimiento e impulsar el vehículo, sin tener que usar bandas o cadenas transmisoras de movimiento cubre con estas dos necesidades del sistema.

También se observó al realizar la prueba que la parte de control será proporcionado por las bobinas, debido a que estas tienen más variables para poder controlar la fuerza de atracción o repulsión respectivamente.

Un inconveniente para la implementación de estos sistemas magnéticos es la dificultad para encontrar en la actualidad los materiales como los imanes de neodimio y las ferritas.

Se observó también que los imanes de neodimio al momento de tener una temperatura elevada mayor a los 50°C, se vuelven más frágiles y tienden a la ruptura.

La cotización de un prototipo funcional arrojó un costo de 19,729 M. N., únicamente del material que se utilizaría, sin considerar precios de manufactura y diseño. Debido a los limitados recursos con los que se contaba se optó por hacer un modelo en impresión en 3D. Siendo esta opción más viable en el aspecto económico.

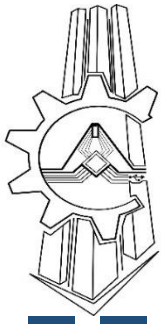
Precio del modelo cotizado en abril de 2015

Trabajo a futuro.

Como trabajo a futuro se podría implementar un controlador más adecuado para el correcto funcionamiento del motor.

Debido a la característica del motor magnético se podría implementar un *freno regenerativo*, teniendo la función de generador de energía, el cual se podría conectar de manera paralela al funcionamiento del motor, para poder alimentar de energía al banco de baterías o a otros sistemas del vehículo como los faros.

Con las características del vehículo, se podría adaptar para ser utilizado en zonas ecológicas, zonas turísticas o en granjas ecológica, que usan energía alterna y eco sustentable, ayudando a la imagen de estas zonas haciéndolas más atractivas hacia el sector turístico.



Bibliografía



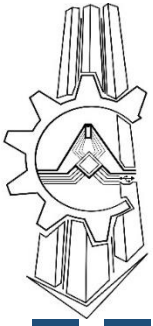
Serope Kalpakjian. (2002). Manufactura, Ingeniería y Tecnología. México: Pearson Educación.

Robert L. Norton. (2000). Diseño de Maquinas. México: Prentice Hall.

Chapman S. J. (1987). Maquinas Eléctricas. Colombia: Mc Graw-Hill.

Sadiku, M.N. (2009). Elementos de electromagnetismo. México: Alfa Omega

Cecil Jensen, Jay D. Helsel, Dennis R. Short. . (2001). Dibujo y diseño en ingeniería. México: Mc Graw-Hill.



Referencias



Guerrero Ayala Cesar L. *Diseño de actuadores de desplazamiento lineal para plataforma de simulación para vehículos de formula SAE*. (Tesis de licenciatura).Facultad de ingeniería. Universidad Nacional Autónoma de México.

Raya Martínez Víctor A. *“Diseño de un robot terrestre omnimóvil”*. (Tesis de licenciatura).Facultad de Estudios Superiores Aragón. Universidad Nacional Autónoma de México.

Figura 1.2 Actuador de desplazamiento lineal magnético

Guerrero C.2013.” Placa Base”. Figura 3.18

Figura 1.3 Motor térmico de combustión externa

<http://andreamiquemecuentas.blogspot.mx/>

Figura 1.4 Material magnético

<http://hypescience.com/>

Figura 1.5 Esquema electromagnético

http://www.endesaeduca.com/Endesa_educa/recursos-interactivos/conceptos-basicos/iv.-electromagnetismo

Figura 2.2 Tren magnético.

<https://alfredovela.files.wordpress.com/2012/10/trendelevtacionmagnetica.jpg>

Figura 2.3 Principio de funcionamiento

<https://alfredovela.files.wordpress.com/2012/10/trendelevtacionmagnetica.jpg>

Figura 2.4 Configuración de los imanes

<https://alfredovela.files.wordpress.com/2012/10/trendelevtacionmagnetica.jpg>

Figura 2.5 Esquema de funcionamiento de una turbina vertical.

<http://www.optimacon.com/optima/maglev-wind-turbine/>

Figura 2.6 Generador Magnético

<http://www.optimacon.com/optima/maglev-wind-turbine/>

Figura 2.7 Concepto de vehículo magnético.

<http://foxplend.over-blog.net/article-34091463.html>

Figura 2.8 Vehículo magnético Volkswagen

<http://www.caranddriverthef1.com/coches/blogs/cochesyconductores/volkswagen-hover-el-coche-que-vuela>

Figura 2.9 Automóvil Sbarro

<http://www.photoshopchop.com/forum/showthread.php?t=1139>

Figura 3.7 Características de cuerda mecánica

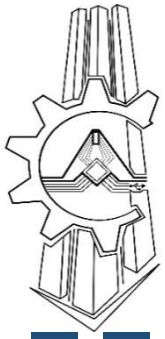
<http://www.monografias.com/trabajos68/tornos/tornos2.shtml>

Tabla B1. Tabla de constante de permeabilidad.

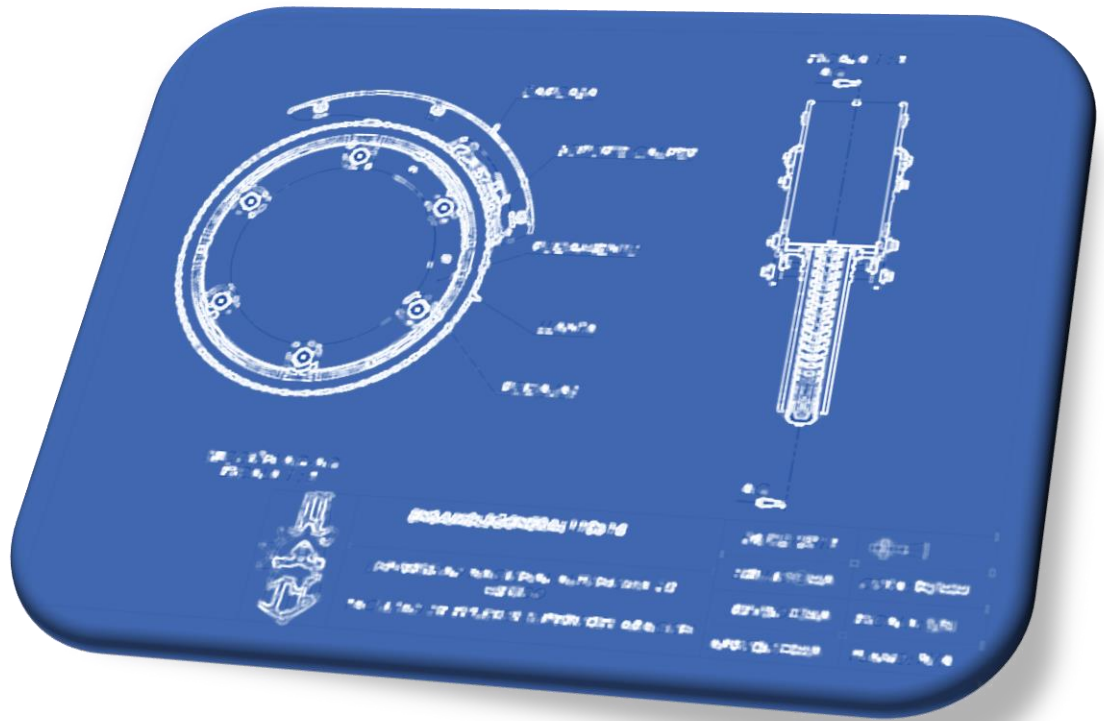
http://es.wikipedia.org/wiki/Permeabilidad_magn%C3%A9tica

Tabla B2. Tabla de resistencia a la rodadura

http://es.wikipedia.org/wiki/Resistencia_a_la_rodadura

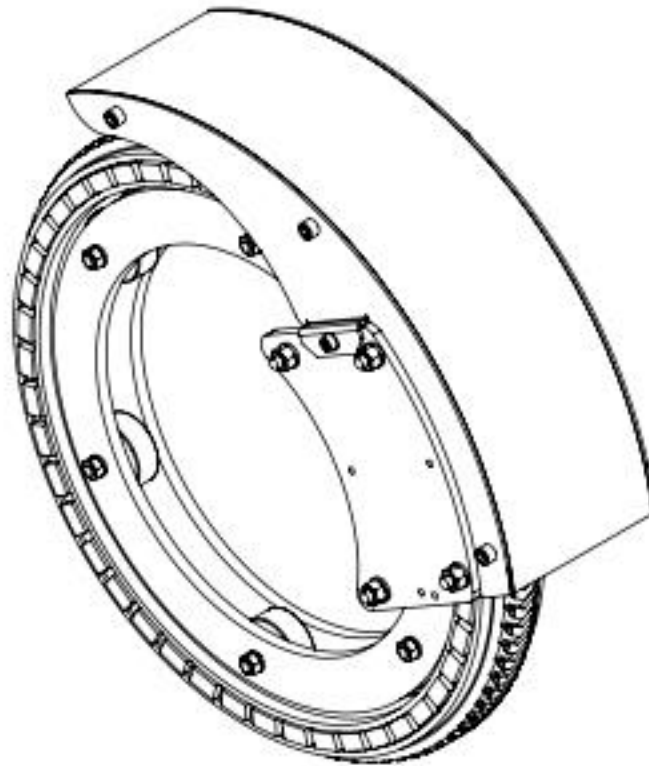


Anexo A



*MOTOR EMBEBIDO PARA
PROPULSION DE UN
VEHICULO ELECTRICO*

- *MOTOR DE CORRIENTE DIRECTA*
- *MOTOR SIN ESCOBILLAS*
- *ELECTRONICA SIN CONTACTO*



ENSAMBLE GENERAL 110614

*UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE
MEXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGON*

04/02/2015



DIBUJO: CMA

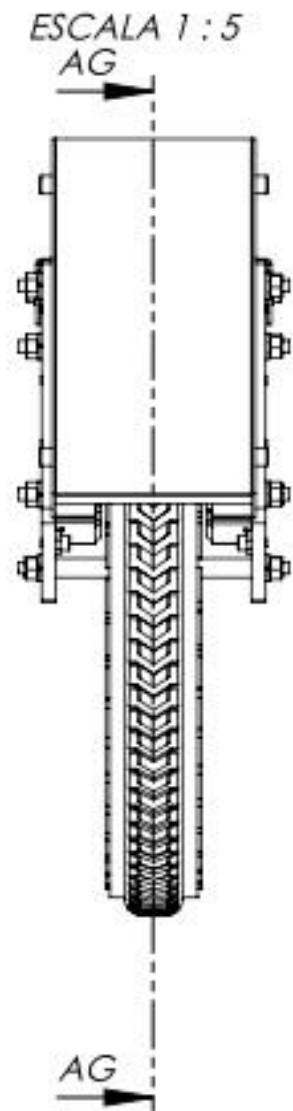
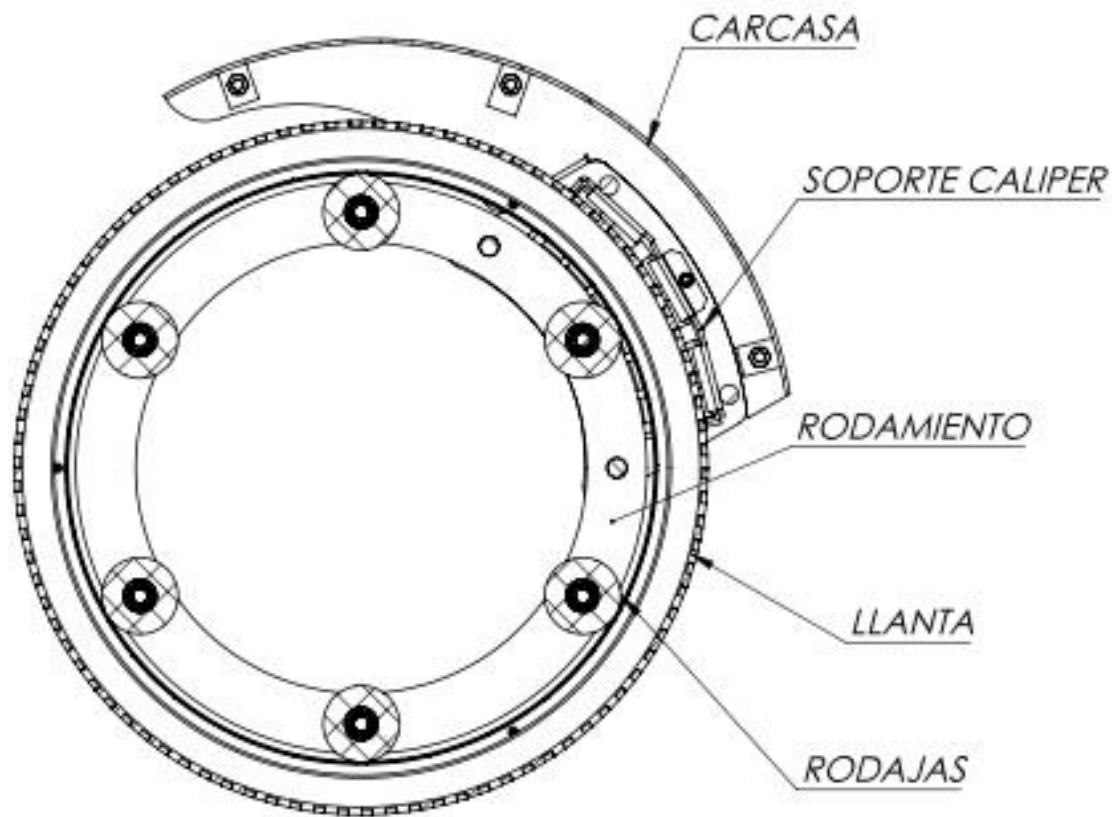
COTA: IN/MM

REVISO: HMA

ESCALA: S/N

APROBO: HMA

PLANO: MEM



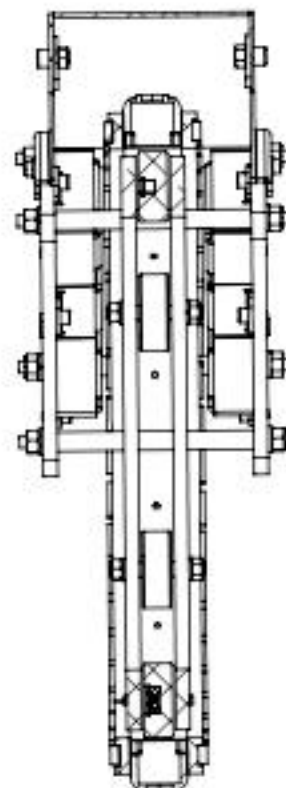
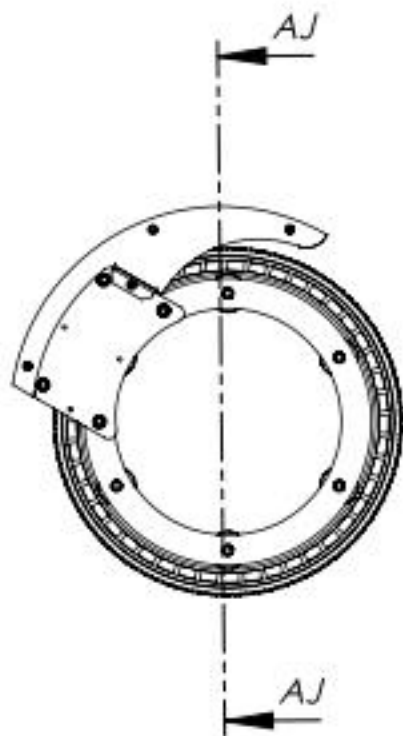
SECCIÓN AG-AG
ESCALA 1:5



ENSAMBLE GENERAL 110614

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGON

04/02/2015	
DIBUJO: CMA	COTA: IN/MM
REVISO: HMA	ESCALA: S/N
APROBO: HMA	PLANO: N/A



SECCIÓN AJ-AJ
ESCALA 1 : 5



ENSAMBLE GENERAL 110614

04/02/2015



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE
MEXICO

DIBUJO: CMA

COTA: IN/MM

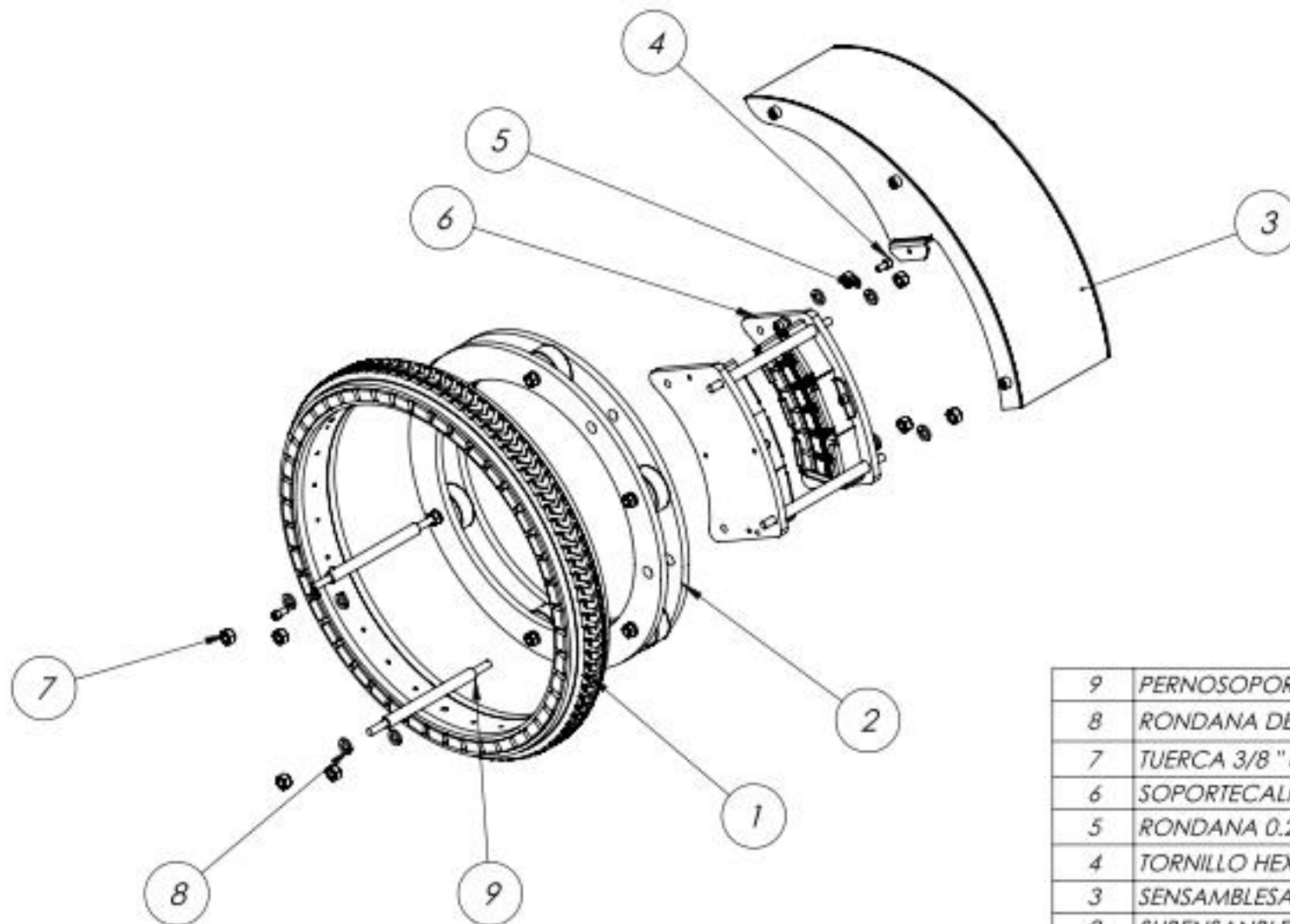
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGON

REVISO: HMA

ESCALA: S/N

APROBO: HMA

PLANO: N/A



9	PERNOSO PORTETUBULAR271114	2
8	RONDANA DE PRESION 3/8 "	8
7	TUERCA 3/8 " UNC	8
6	SOPORTE CALIPER111114	1
5	RONDANA 0.25	2
4	TORNILLO HEX-1/4 " x1/2 "-UNC	2
3	SENSAMBLE ALPICADERA230914	1
2	SUBENSAMBLE DE BALEROS120614	1
1	SENSAMBLE DE LLANTA271114	1
No	N.º DE PIEZA	CANT.



ENSAMBLE GENERAL 110614

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE
MEXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGON

04/02/2015



DIBUJO: CMA

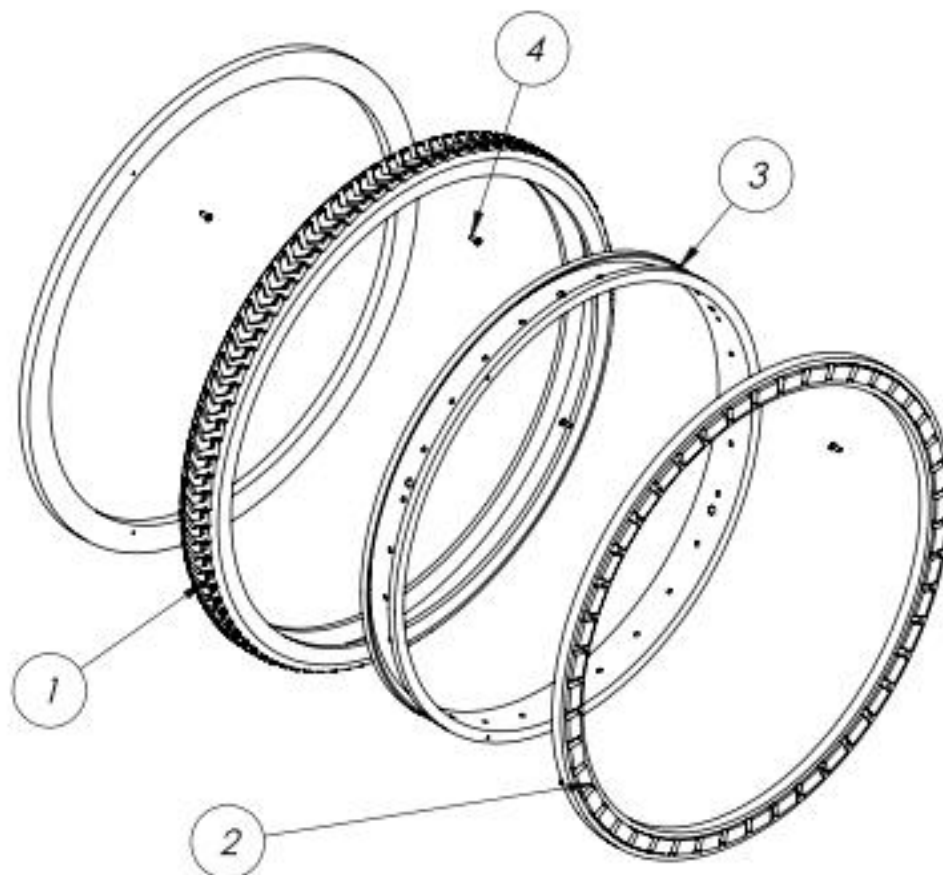
COTA: IN/MM

REVISO: HMA

ESCALA: S/N

APROBO: HMA

PLANO:
MEM-AGE-500-A



4	TORNILLOHEX 1/8 " x 5/16 " - UNC	6
3	RIN20IN19052014	1
2	SENSAMBLEIMANESREC240614	2
1	LLANTA06062014	1
N.º	N.º DE PIEZA	CANT



SENSAMBLEDELLANTA271114

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE
MEXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGON

04/02/2015



DIBUJO:CMA

COTA: IN/MM

REVISO:HMA

ESCALA: S/N

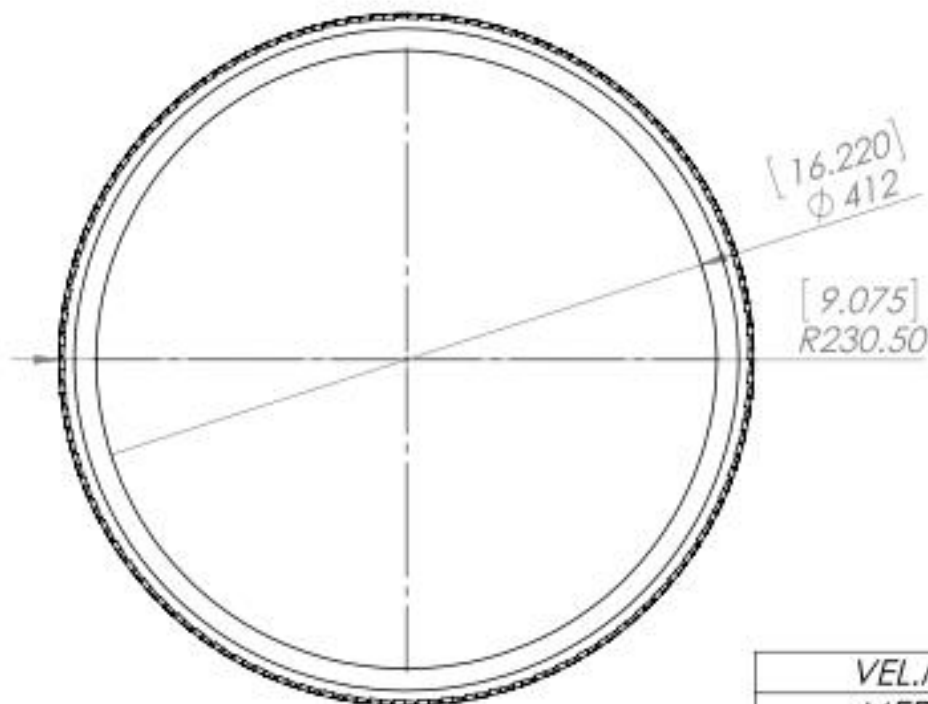
APROBO:HMA

PLANO:
MEM-LLA-500-0

LLANTAS RODADA 20in*1.75 in



1.75 IN



[16.220]
Ø 412

[9.075]
R230.50

VEL.MAX	50KM/H
MEDIDA	20 IN x 1.75
MATERIAL	CAUCHO
TALON	CON REGILLA DE ALAMBRE
DIBUJO	SEMILISO-PARA PAVIMENTO
PRESION MAX	100PSI
TIPO	CROTCHET (C)
PESO MAX	145KG



LLANTA06062014

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGON

04/02/2015



DIBUJO:CMA

COTA: IN/MM

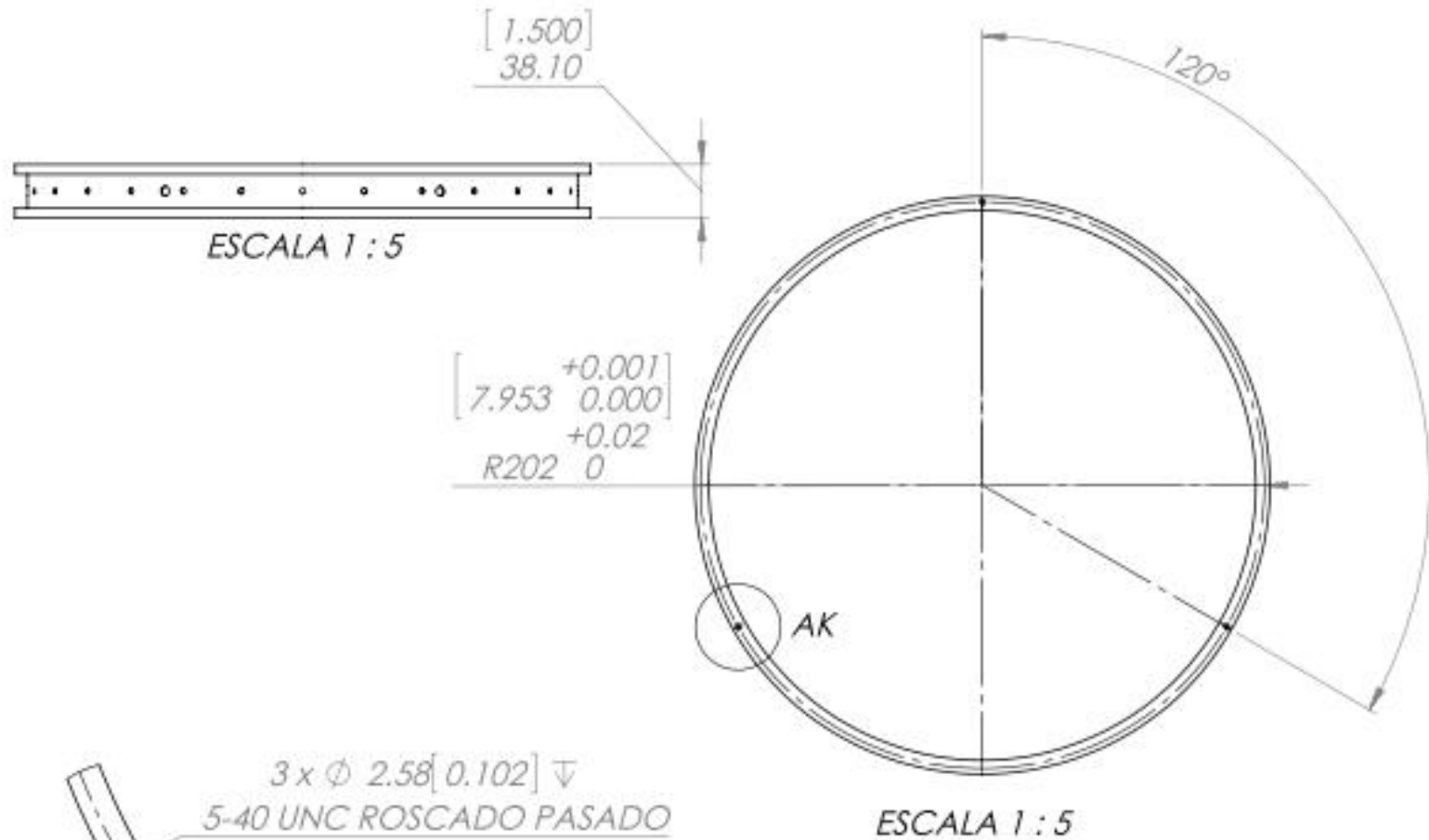
REVISO:HMA

ESCALA: S/N

APROBO:HMA

PLANO: NA

RIN RODADA 20"



MATERIAL	ALEACION DE ALUMINIO
TIPO	ENDRICK



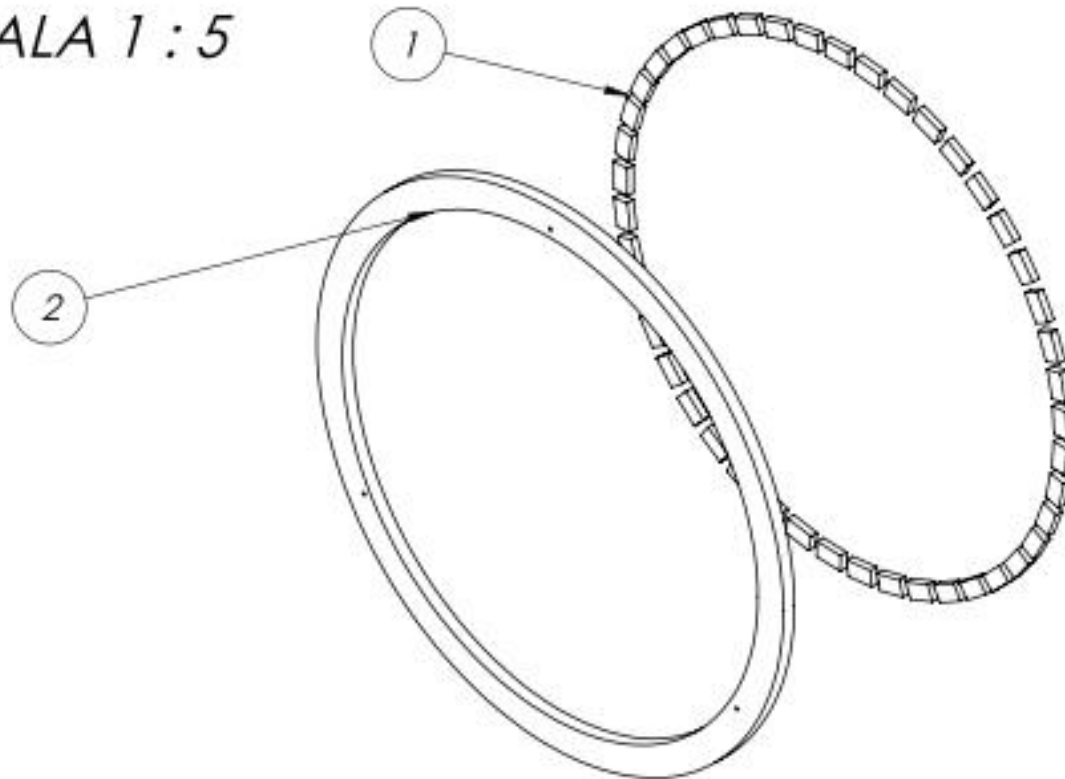
RIN20IN19052014

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGON

04/02/2015	
DIBUJO:CMA	COTA: IN/MM
REVISO:HMA	ESCALA: S/N
APROBO:HMA	PLANO: MEM-LLA-501-0

ESCALA 1 : 5



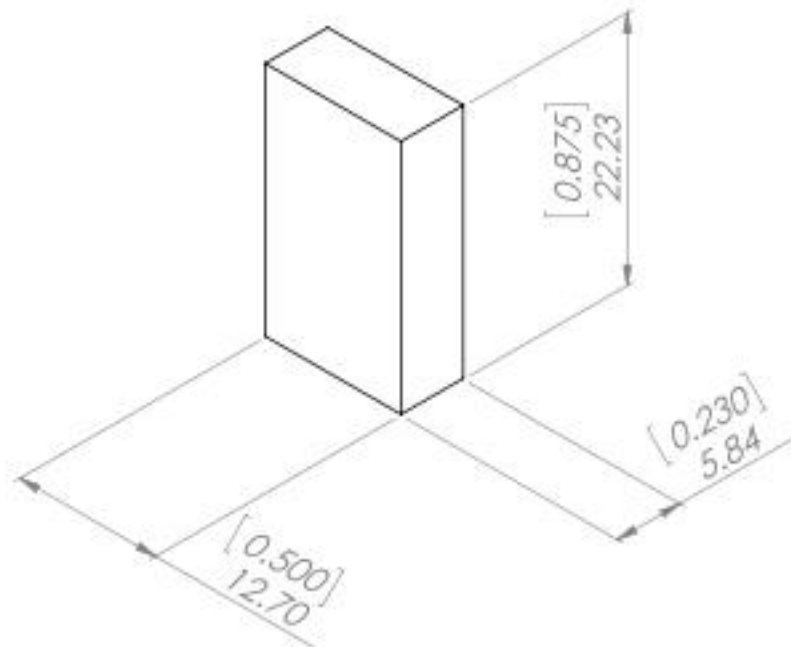
2	SOPORTE DE IMANES 190614	1
1	IMANES NEO REC 240614	45
N.º	N.º DE PIEZA	CAN



SENSAMBLE IMANES REC 240614
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGON

04/02/2015	
DIBUJO: CMA	COTA: IN/MM
REVISO: HMA	ESCALA: S/N
APROBO: HMA	PLANO: MEM-LLA-SIR-500-0

**Iman de Neodimio
NDN35ZNW22.23B**



ESCALA 2 : 1

Grado :	N35
Cobertura	Zinc
Largo	22.23mm
Ancho	12.70mm
Espesor	5.84mm
Densidad de Flujo Residual	11,700 Gauss a 12,700 Gauss
Potencia de Superficie	4,370 Gauss
Orientacion	Axial por Espesor
Temperatura Maxima de Trabajo	80° C



IMANESNEOREC240614

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE
MEXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGON

04/02/2015



DIBUJO:CMA

COTA: IN/MM

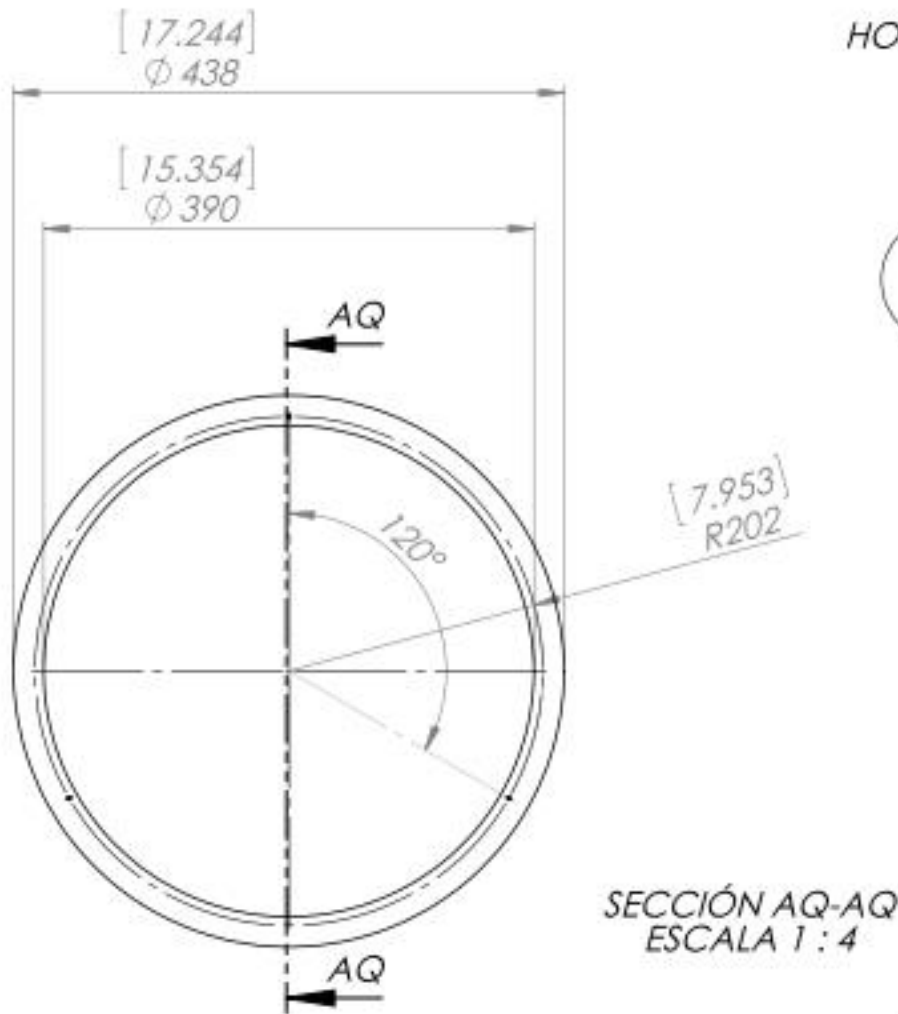
REVISO:HMA

ESCALA: S/N

APROBO:HMA

PLANO: NA

HOJA:1:2



SECCIÓN AQ-AQ
ESCALA 1 : 4



$[0.197$
 $+0.002$
 $-0.002]$

$[0.748$
 $+0.002$
 $-0.002]$

$[0.945$
 $+0.002$
 $-0.002]$

$[0.375]$
 9.525

DETALLE AR
ESCALA 2 : 1
 $[0.375]$
 9.525

$+0.002$
 0.334
 -0.000

$+0.04$
 8.525
 -0.00

MATERIAL ALEACION DE ALUMINIO-1100-PLACA TEMPLE F



SOPORTE DE IMANES 190614

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE
MEXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGON

04/02/2015



DIBUJO: CMA

COTA: IN/MM

REVISO: HMA

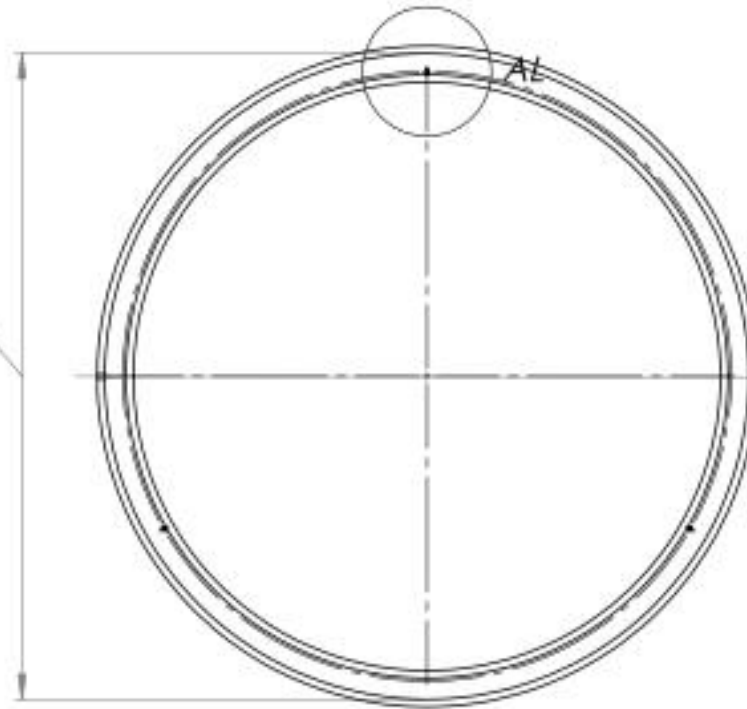
ESCALA: S/N

APROBO: HMA

PLANO:
MEM-LLA-SIR-501-0

HOJA:2:2

$\left[\begin{array}{l} +0.002 \\ 16.850 -0.002 \end{array} \right]$
 $\left[\begin{array}{l} +0.05 \\ \phi 428 -0.05 \end{array} \right]$



$\left[\begin{array}{l} +0.001 \\ 7.953 -0.001 \end{array} \right]$
 $\left[\begin{array}{l} +0.02 \\ R202 -0.02 \end{array} \right]$

$3 \times \phi 2.58 \left[0.102 \right]$
5-40 UNC ROSCADO PASADO

ESCALA 1 : 5



DETALLE AL
ESCALA 1 : 2

MATERIAL-ALEACION DE ALUMINO-1100 PLACA TEMPLE F



SOPORTE DE IMANES 190614

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE
MEXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGON

04/02/2015



DIBUJO:CMA

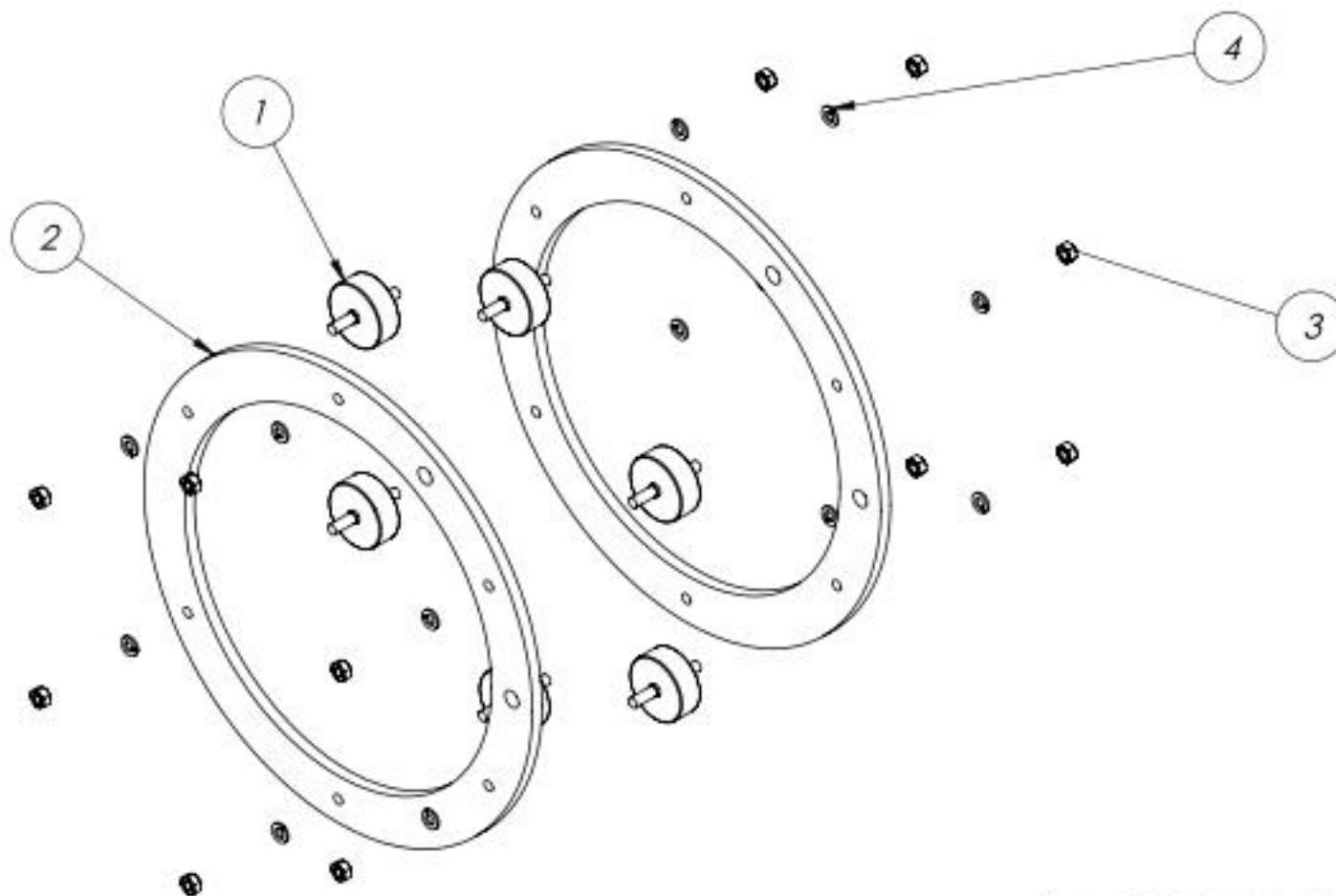
COTA: IN/MM

REVISO:HMA

ESCALA: S/N

APROBO:HMA

PLANO:
MEM-LLA-SIR-501-0



4	RONDANA 5/16"-UNC	12
3	TUERCA 5/16 "-UNC	12
2	SOPORTEDERODAMIENTOS120614	2
1	SUBENSAMBLERODAJASNEW111114	6
N.º	N.º DE PIEZA	CANT



SUBENSANBLEDEBALEROS120614

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE
MEXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGON

04/02/2015



DIBUJO:CMA

COTA: IN/MM

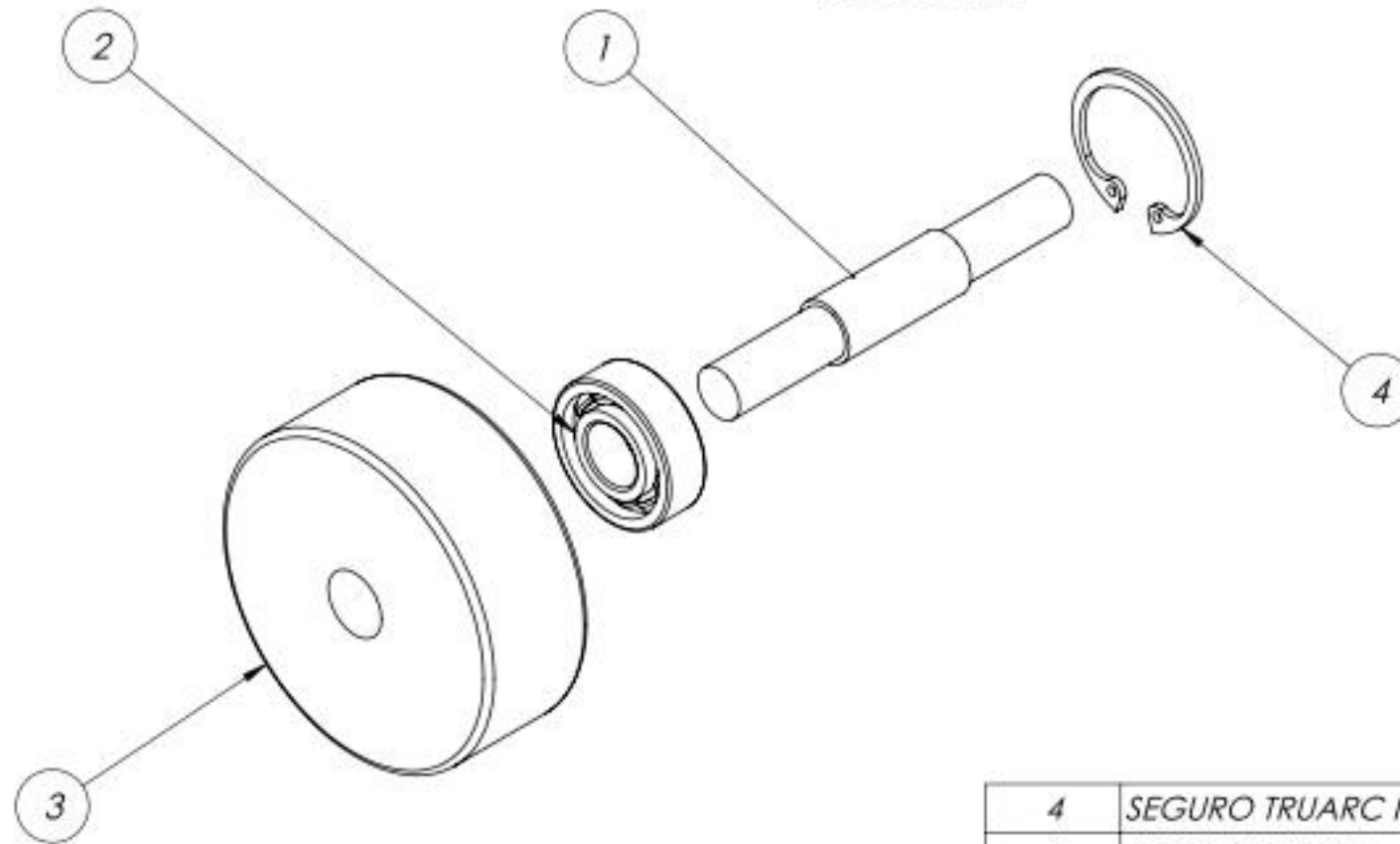
REVISO:HMA

ESCALA: S/N

APROBO:HMA

PLANO:
MEM-BAL-500-0

ESCALA 1:1



4	SEGURO TRUARC N5000-87	1
3	RODAJA 110614	1
2	RODAMIENTO DE BOLAS AFBMA EETN9	1
1	PERNO 12062014	1
N.º	N.º DE PIEZA	CANT



SUBENSAMBLERODAJASNEW111114

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE
MEXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGON

04/02/2015



DIBUJO: CMA

COTA: IN/MM

REVISO: HMA

ESCALA: S/N

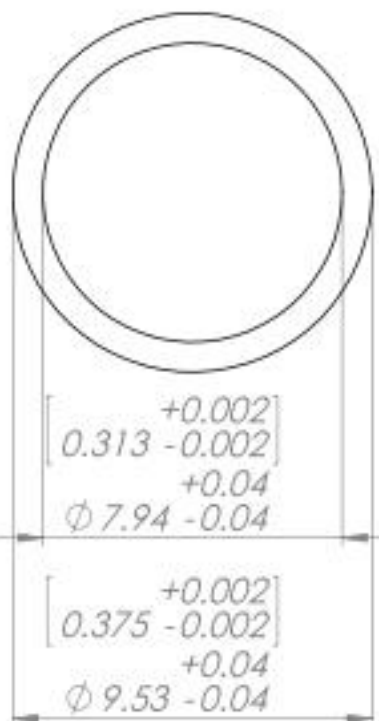
APROBO: HMA

PLANO:
MEM-BAL-SRN-500-0



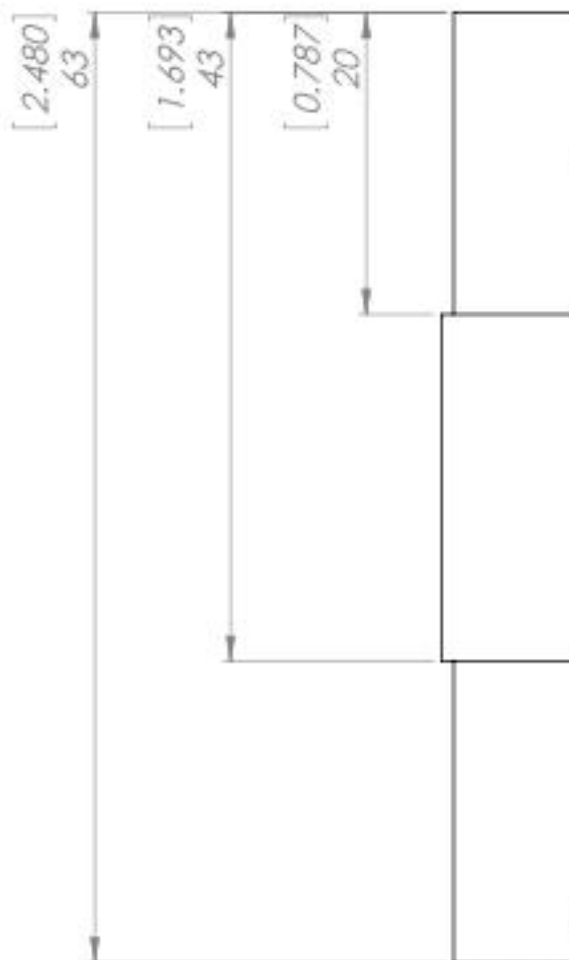
ESCALA 1 : 1

ESCALA 5 : 1



$+0.002$
 $0.313 - 0.002$
 $+0.04$
 $\Phi 7.94 - 0.04$

$+0.002$
 $0.375 - 0.002$
 $+0.04$
 $\Phi 9.53 - 0.04$



CUERDA 5/16" UNC

CUERDA 5/16" UNC

ESCALA 2 : 1

MATERIAL ACERO INOXIDABLE TIPO 304



PERNO12062014

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGON

04/02/2015



DIBUJO:CMA

COTA: IN/MM

REVISO:HMA

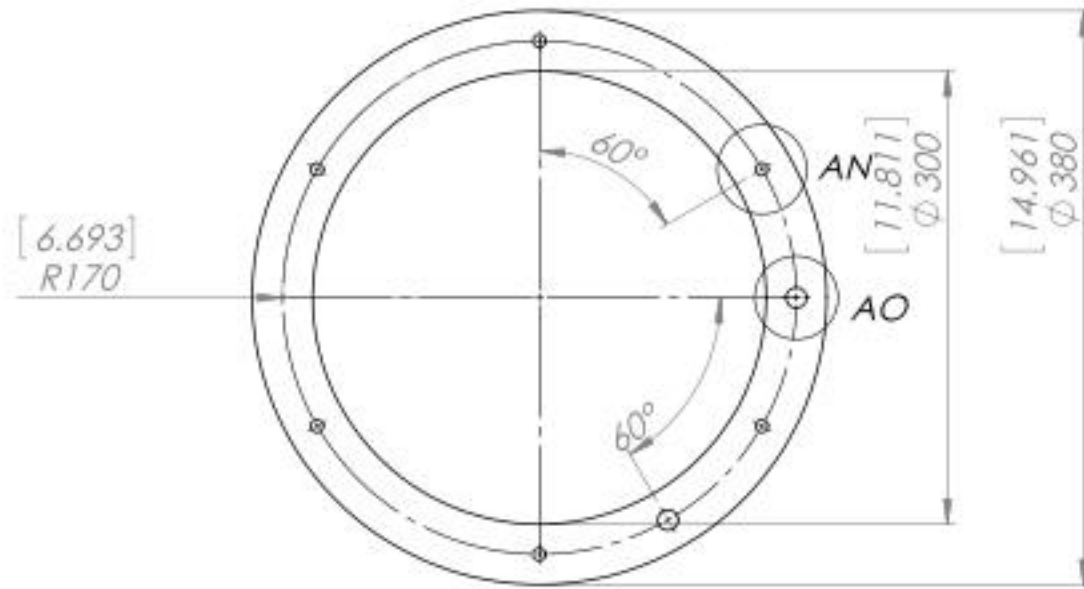
ESCALA: S/N

APROBO:HMA

PLANO:
MEM-BAL-SRN-501-0



DETALLE AN
ESCALA 2:5



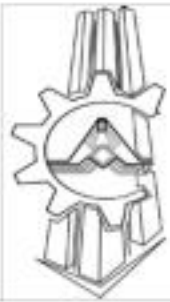
ESCALA 1:5



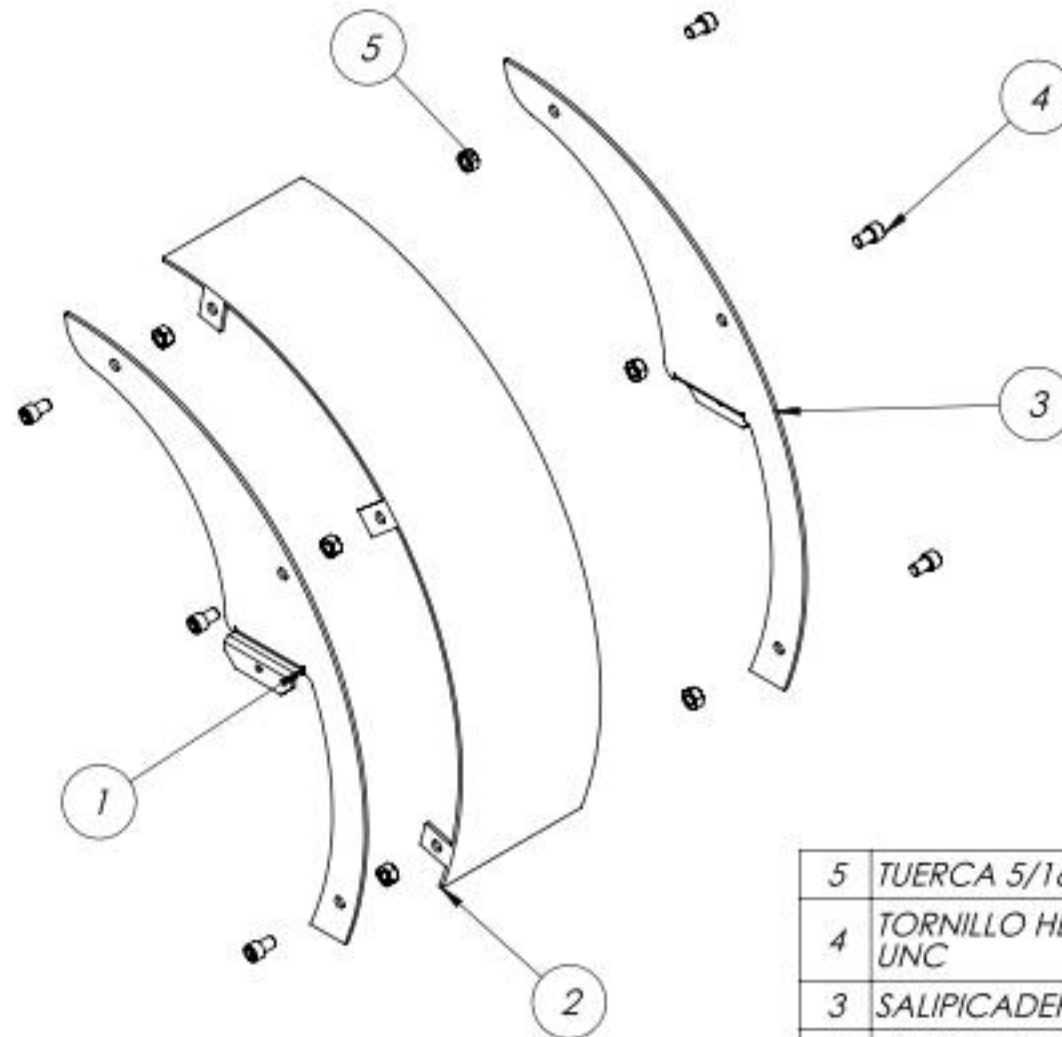
DETALLE AO
ESCALA 2:5



MATERIAL ALEACION DE ALUMINIO-1100-PLACA TEMPLE F



SOPORTE DE RODAMIENTOS 120614 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGON	04/02/2015	
	DIBUJO: CMA	COTA: IN/MM
	REVISO: HMA	ESCALA: S/N
	APROBO: HMA	PLANO: MEM-BAL-502-0



ESCALA 1 : 5

5	TUERCA 5/16 " UNC	6
4	TORNILLO HEX- 5/16 " X 1/2 "- UNC	6
3	SALPICADERALADOA111114	1
2	CERCHADOPLACA	1
1	SALPICADERALADOB111114	1
N.º	N.º DE PIEZA	CANT



SENSAMBLESALPICADERA230914

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE
MEXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGON

04/02/2015



DIBUJO:CMA

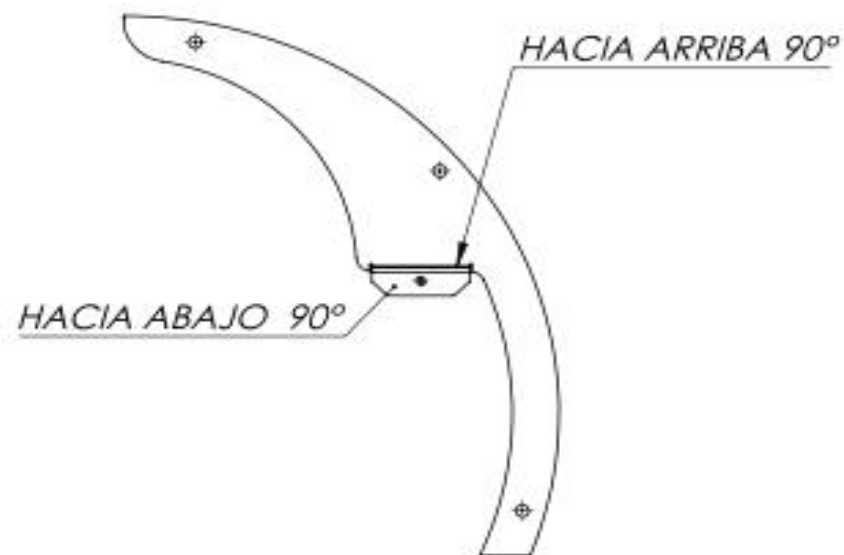
COTA: IN/MM

REVISO:HMA

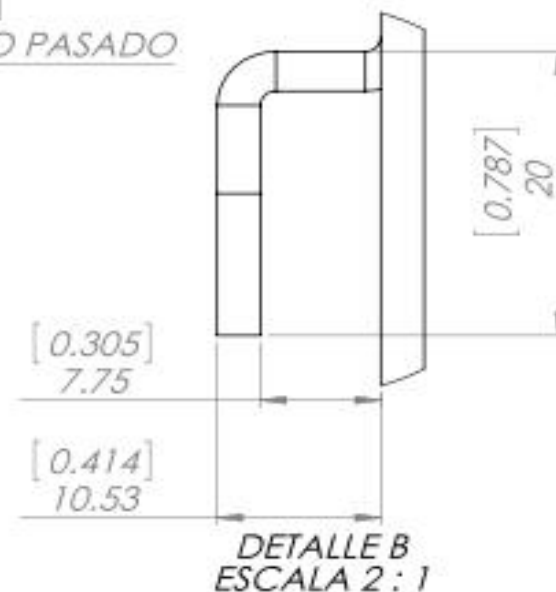
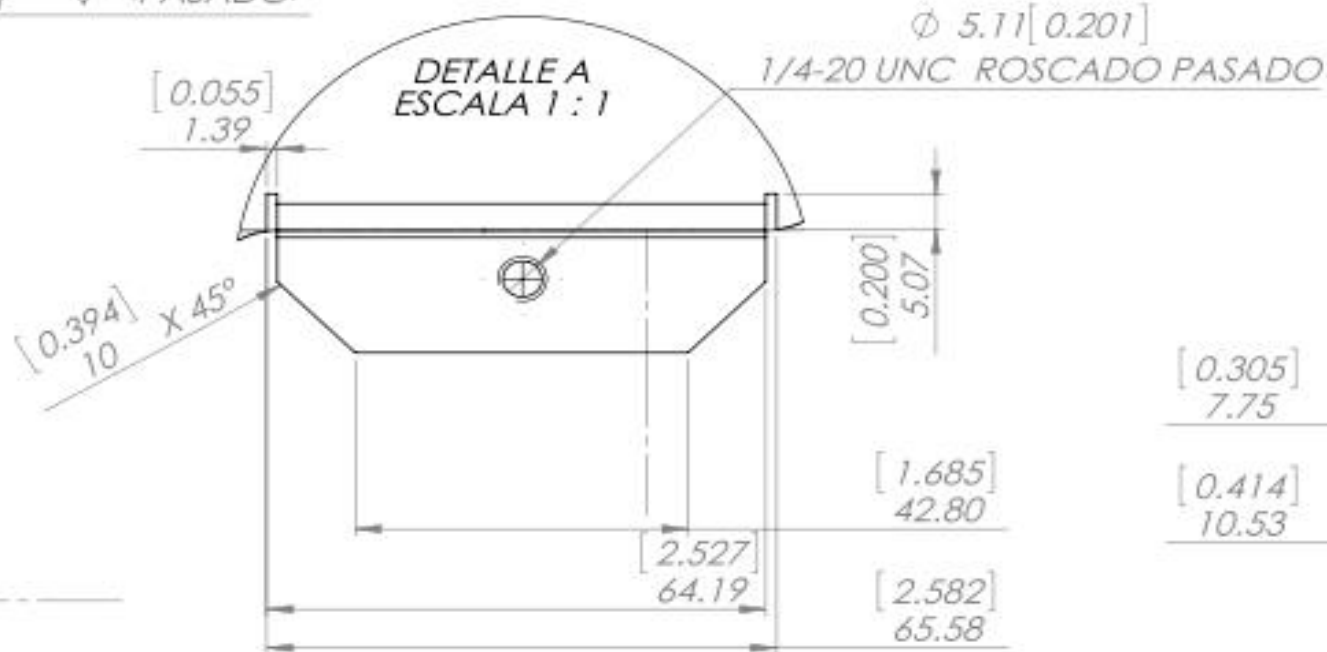
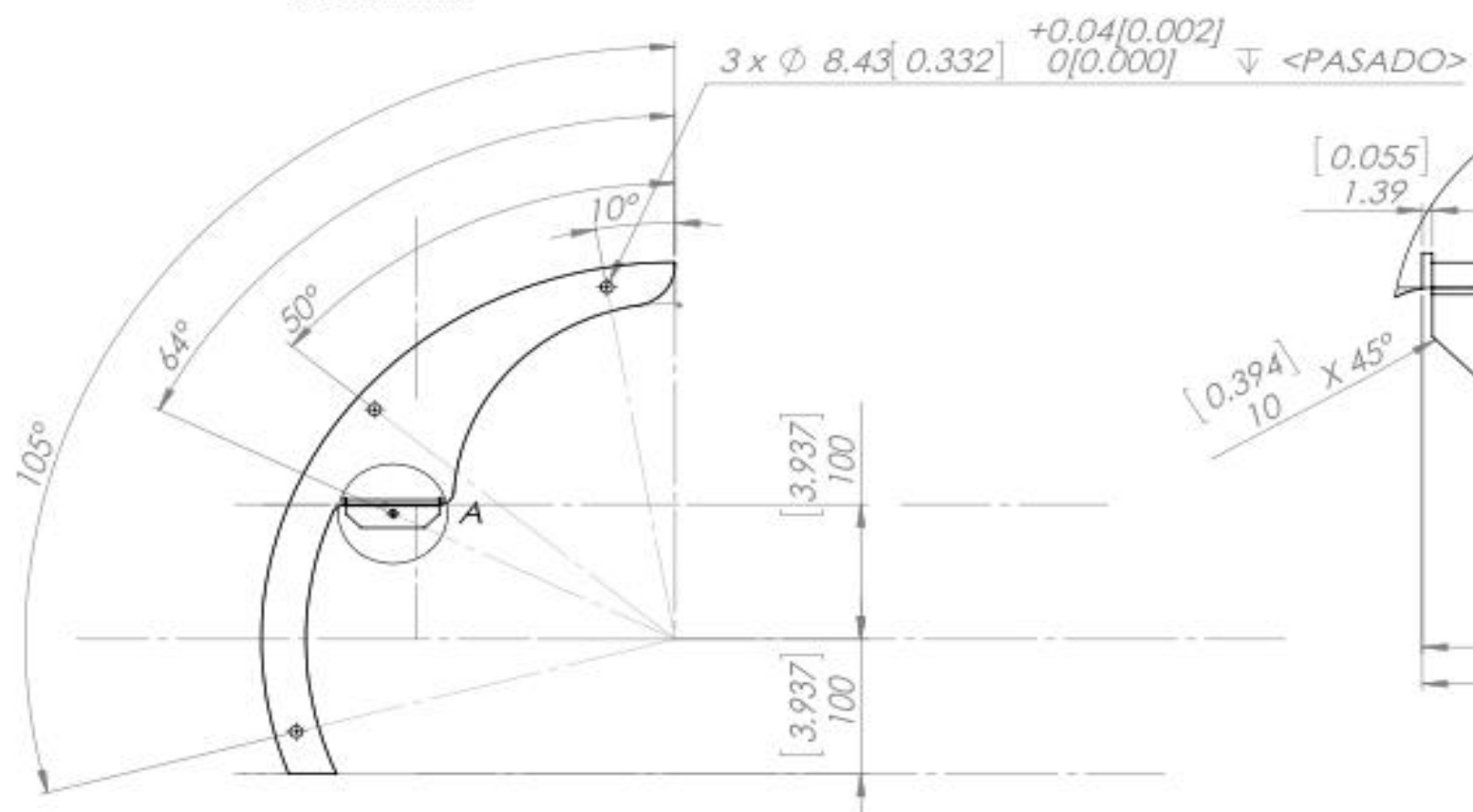
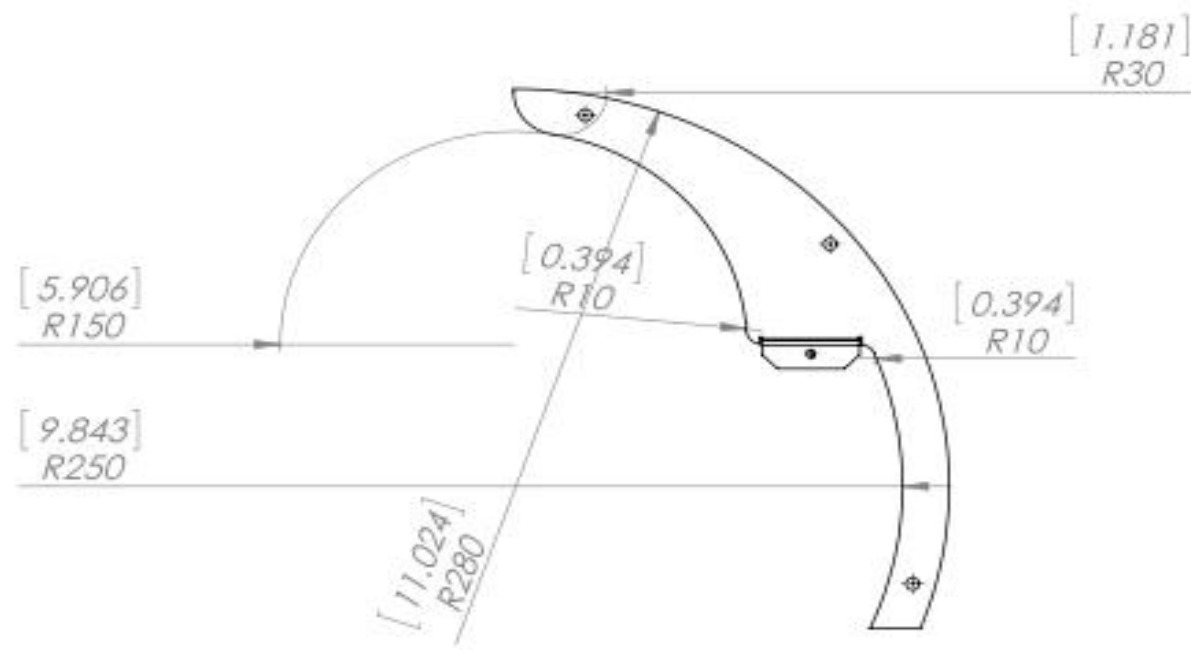
ESCALA: S/N

APROBO:HMA

PLANO:
MEM-SAL-500-0



ESCALA 1:5



MATERIAL ACERO INOXIDABLE TIPO 304 LAMINA CALIBRE 12 ACABADO 3P



SALPICADERALADOB111114

04/02/2015

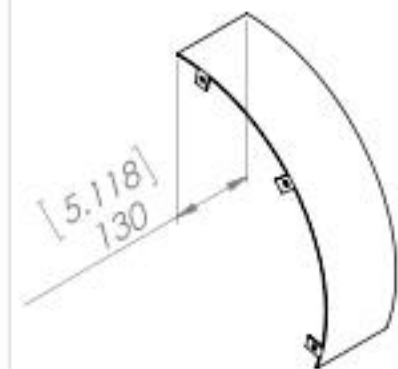
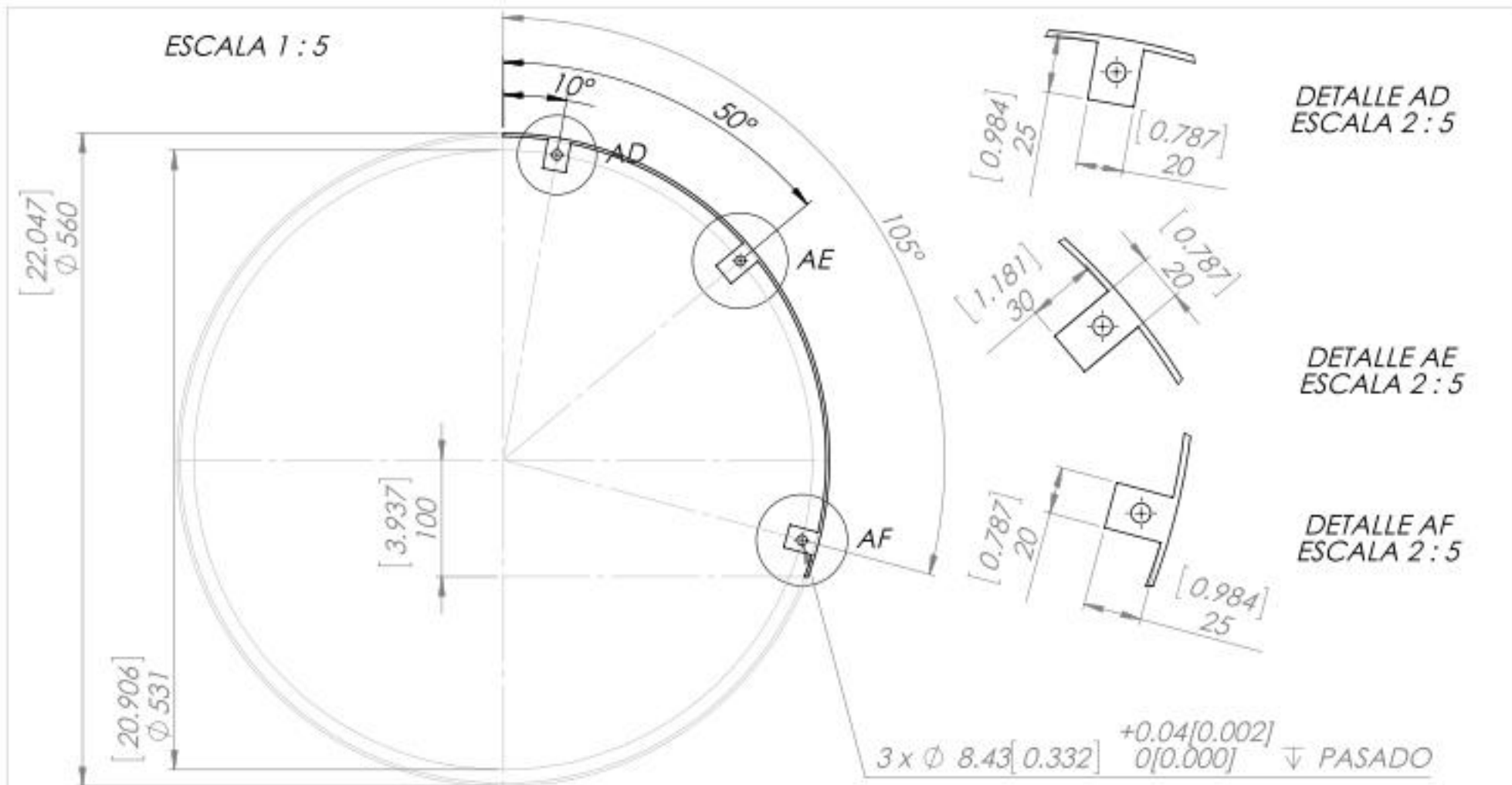


UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGON

DIBIJO:CMA COTA:IN/MM

REVISO:HMA ESCALA:S/N

APROBO:HMA PLANO:
MEM-SAL-501-0



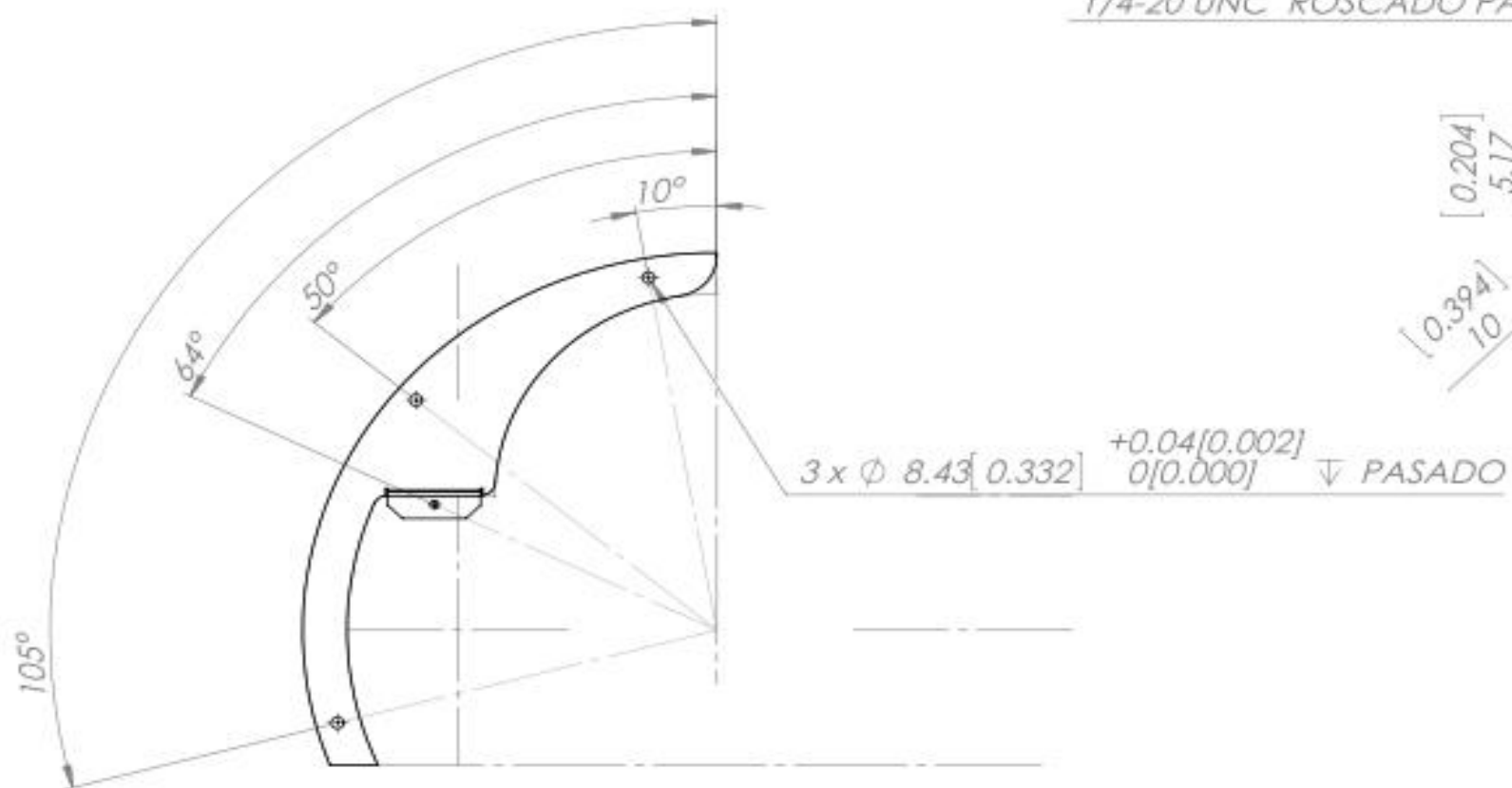
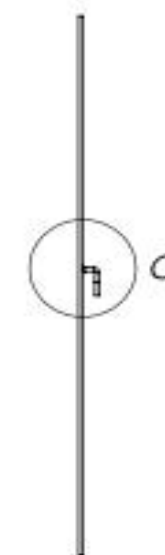
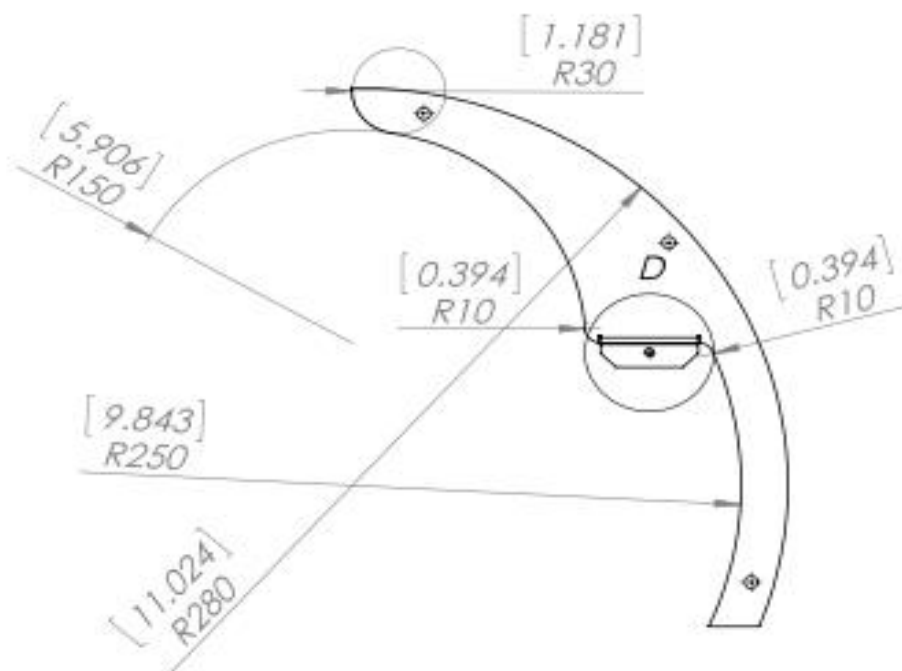
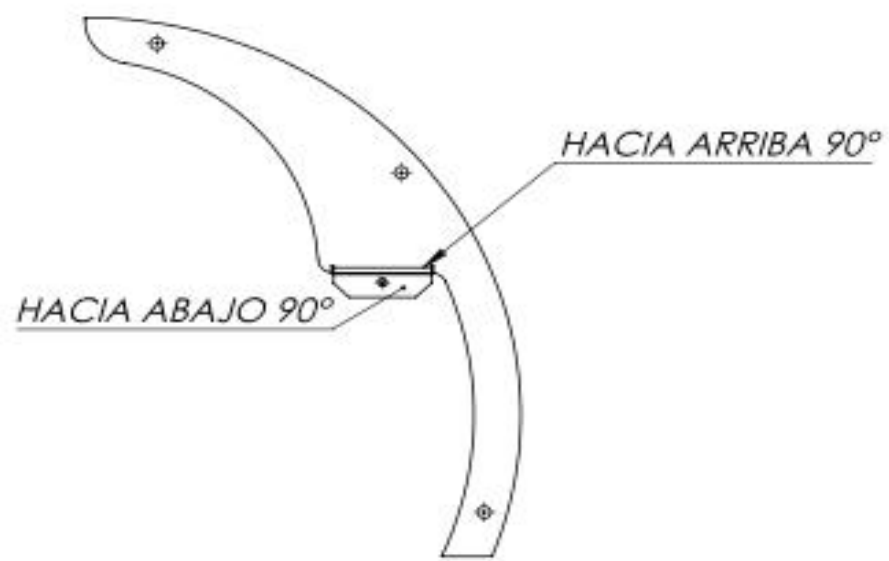
MATERIAL ACERO INOXIDABLE TIPO 304 LAMINA CALIBRE 12 ACABADO 3P



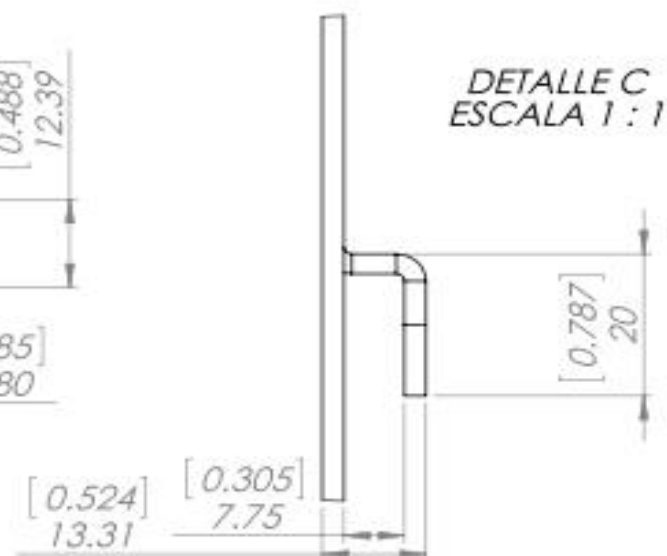
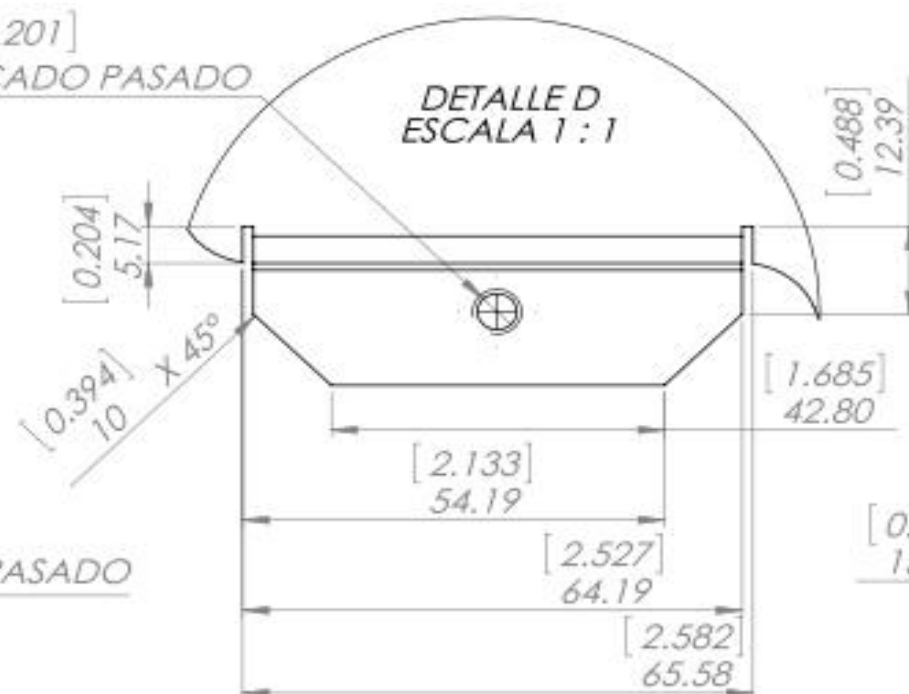
ROLADODELAMINA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
 FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGON

04/02/2015	
DIBUJO:CMA	COTA: IN/MM
REVISO:HMA	ESCALA: S/N
APROBO:HMA	PLANO: MEM-SAL-502-0



Ø 5.11 [0.201]
1/4-20 UNC ROSCADO PASADO



MATERIAL ACERO INOXIDABLE TIPO 304 LAMINA CALIBRE 12 ACABADO 3P



SALIPICADERALADOA111114

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGON

04/02/2015

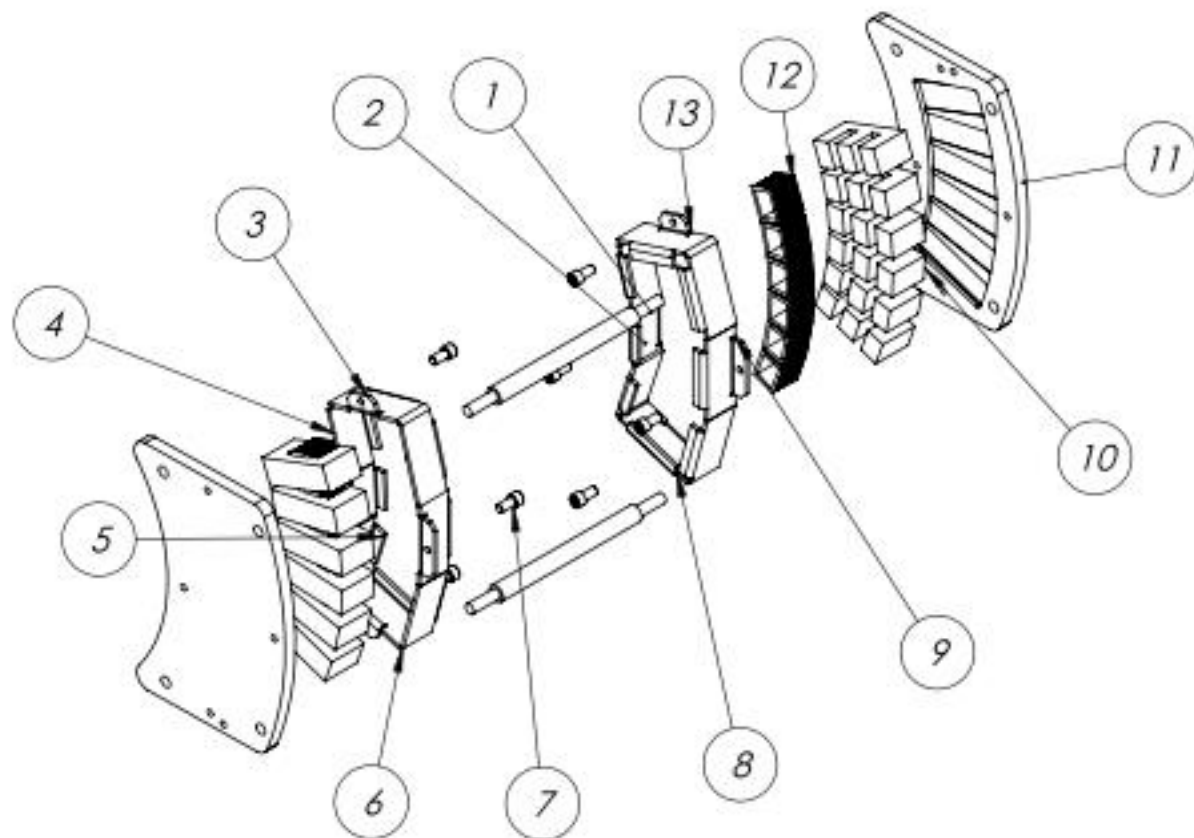


DIBIJO: CMA COTA: IN/MM

REVISO: HMA ESCALA: S/N

APROBO: HMA PLANO:
MEM-SAL-503-0

ESCALA 1 : 5



13	SOPORTE FERRITAS 4	1
12	SENSAMBLE BOBINA 111114	12
11	TAPA TIPO CALIPER 111114	2
10	FERRITAS 240614	12
9	SOPORTE FERRITAS 3	1
8	SOPORTE FERRITAS 2	1
7	TORNILLO HEX 1/4 " x 1/2 " UNC	8
6	SOPORTE DE FERRITAS 2.3	1
5	SOPORTE DE FERRITAS 2.2	1
4	SOPORTE FERRITAS 2.1	1
3	SOPORTE DE FERRITAS 2.4	1
2	SOPORTE FERRITAS 1	1
1	PERNO CALIPER 111114	2
N.º	N.º DE PIEZA	CANT



SOPORTE CALIPER 111114

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGON

04/02/2015



DIBUJO: CMA

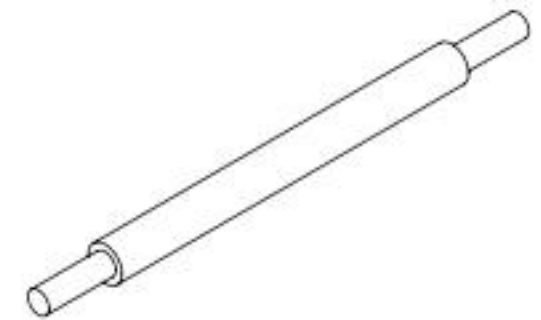
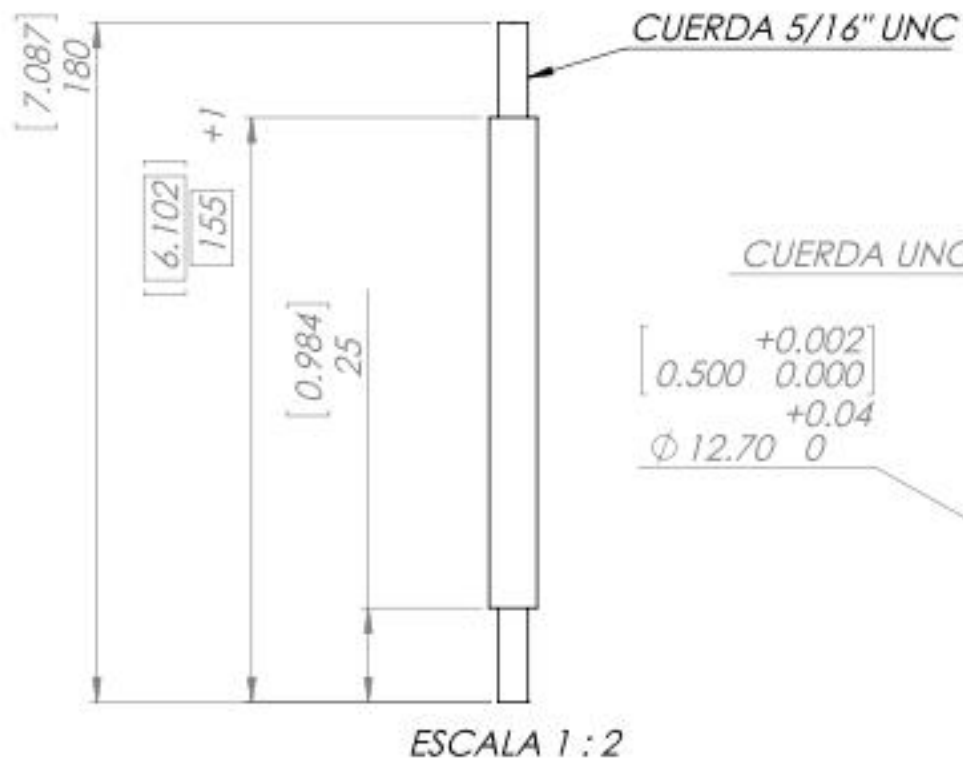
COTA: IN/MM

REVISO: HMA

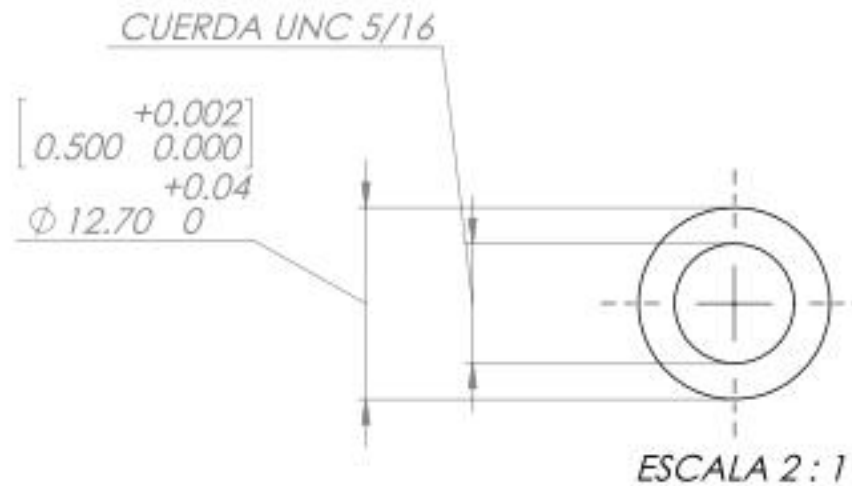
ESCALA: S/N

APROBO: HMA

PLANO:
MEM-SCA-500-0



ESCALA 1 : 2



MATERIAL ACERO INOXIDABLE TIPO 304



PERNOCALIPER111114

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE
 MEXICO
 FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGON

04/02/2015



DIBUJO:CMA

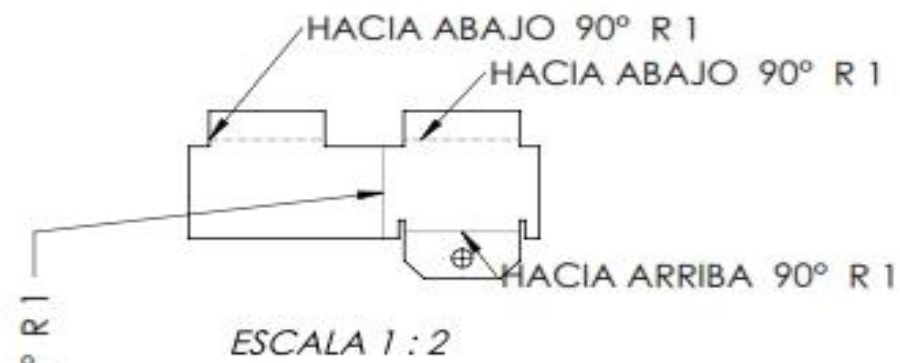
COTA: IN/MM

REVISO:HMA

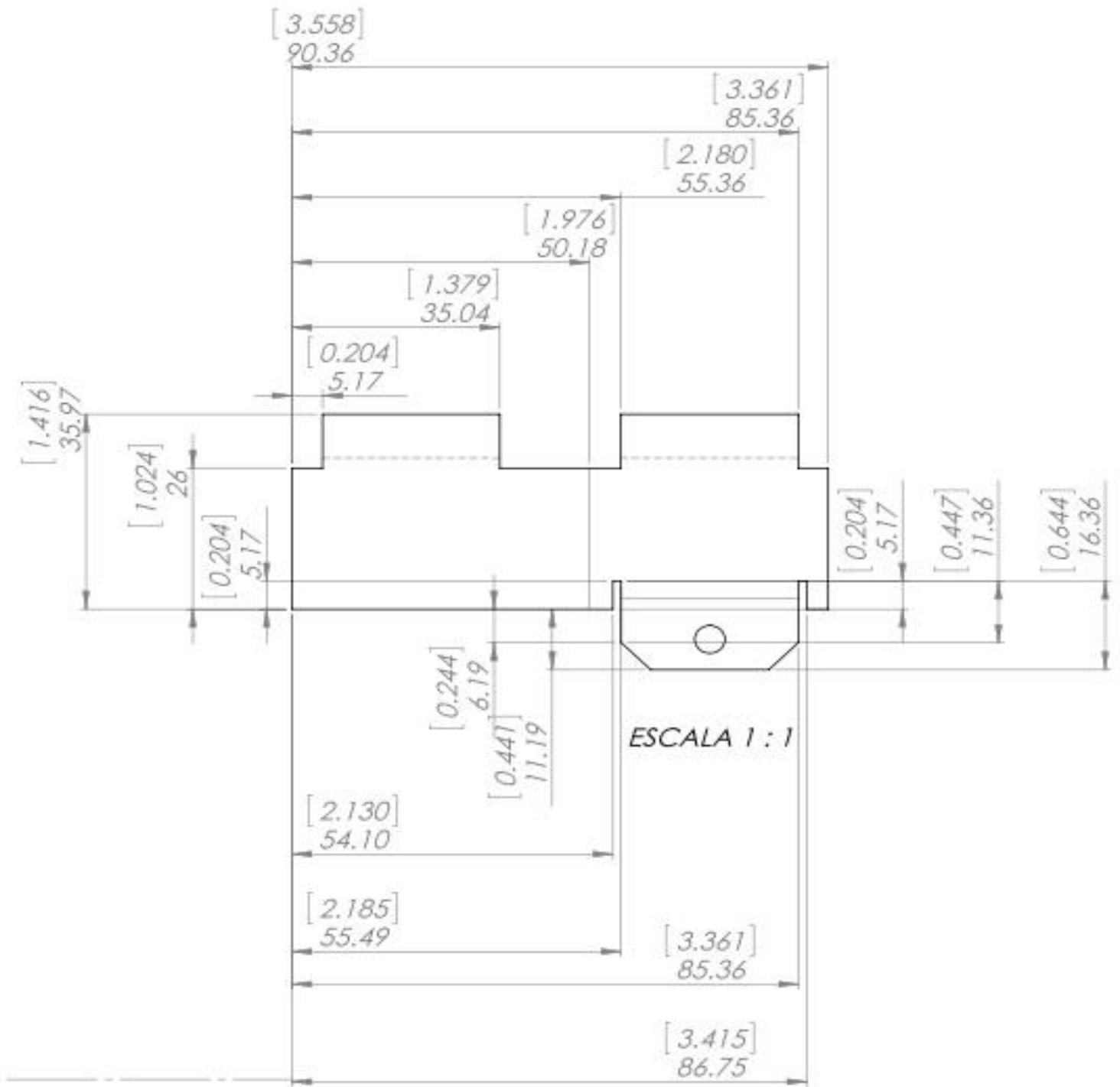
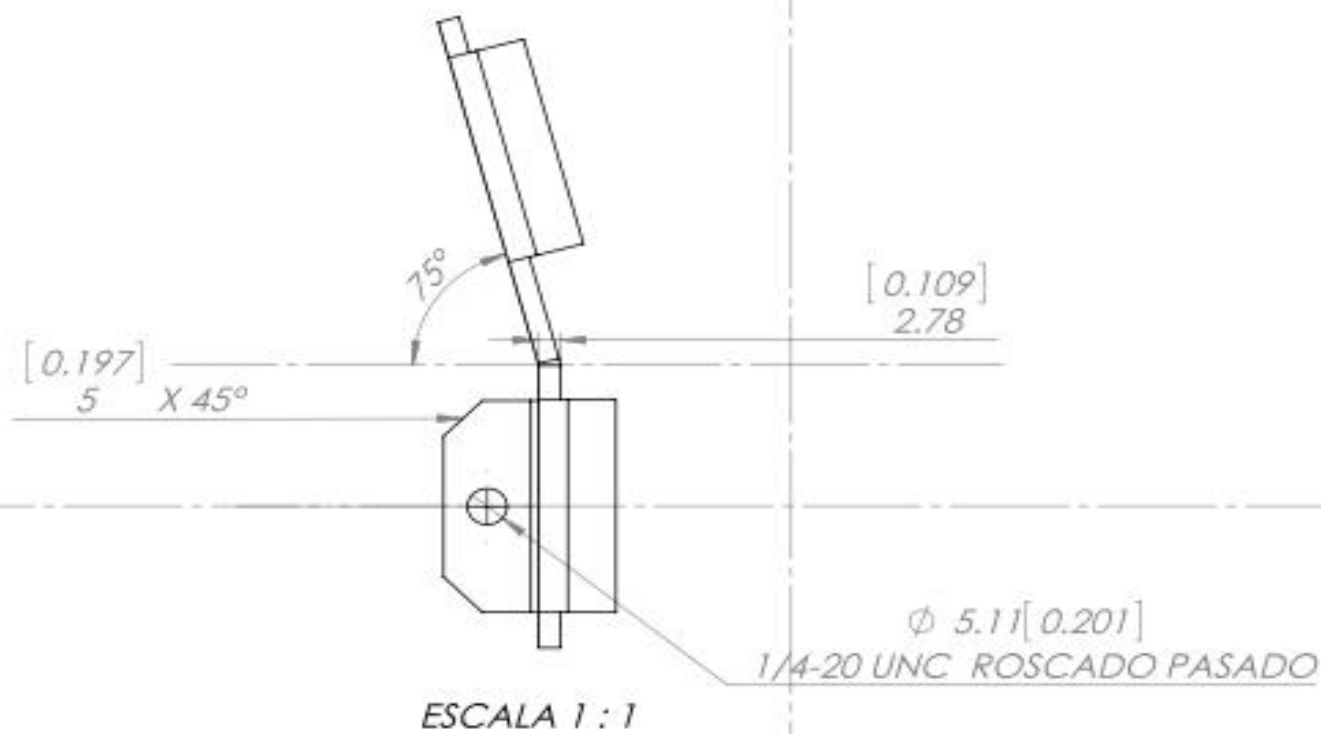
ESCALA: S/N

APROBO:HMA

PLANO:
 MEM-SCA-501-0



HACIA ARRIBA 15° R 1



MATERIAL-HOJA DE ALUMINIO ALEACION 1100 CALIBRE 12 TEMPLE H12



SOPORTE FERRITAS I

04/02/2015

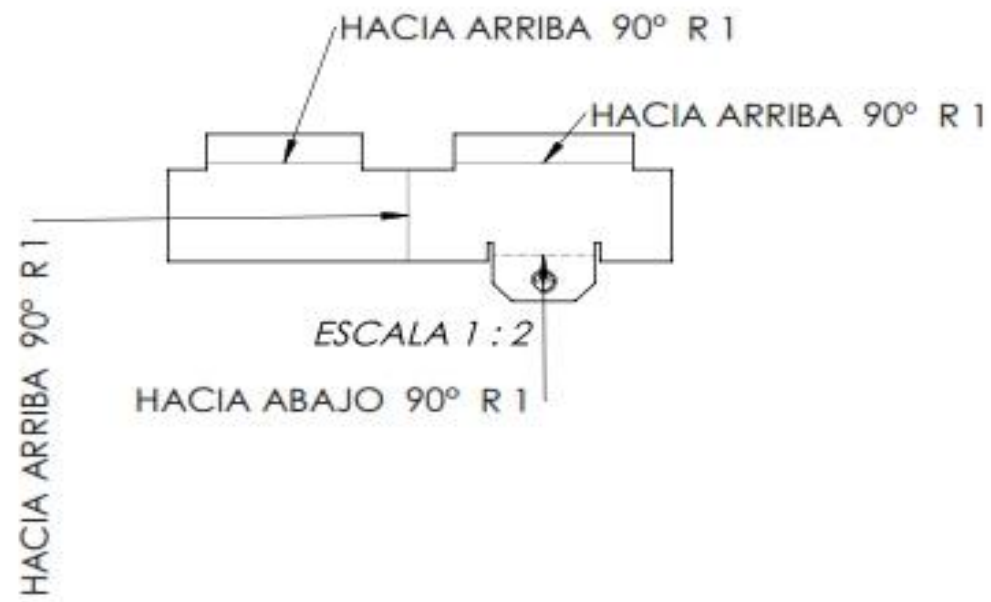


UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGON

DIBIJO: CMA COTA: IN/MM

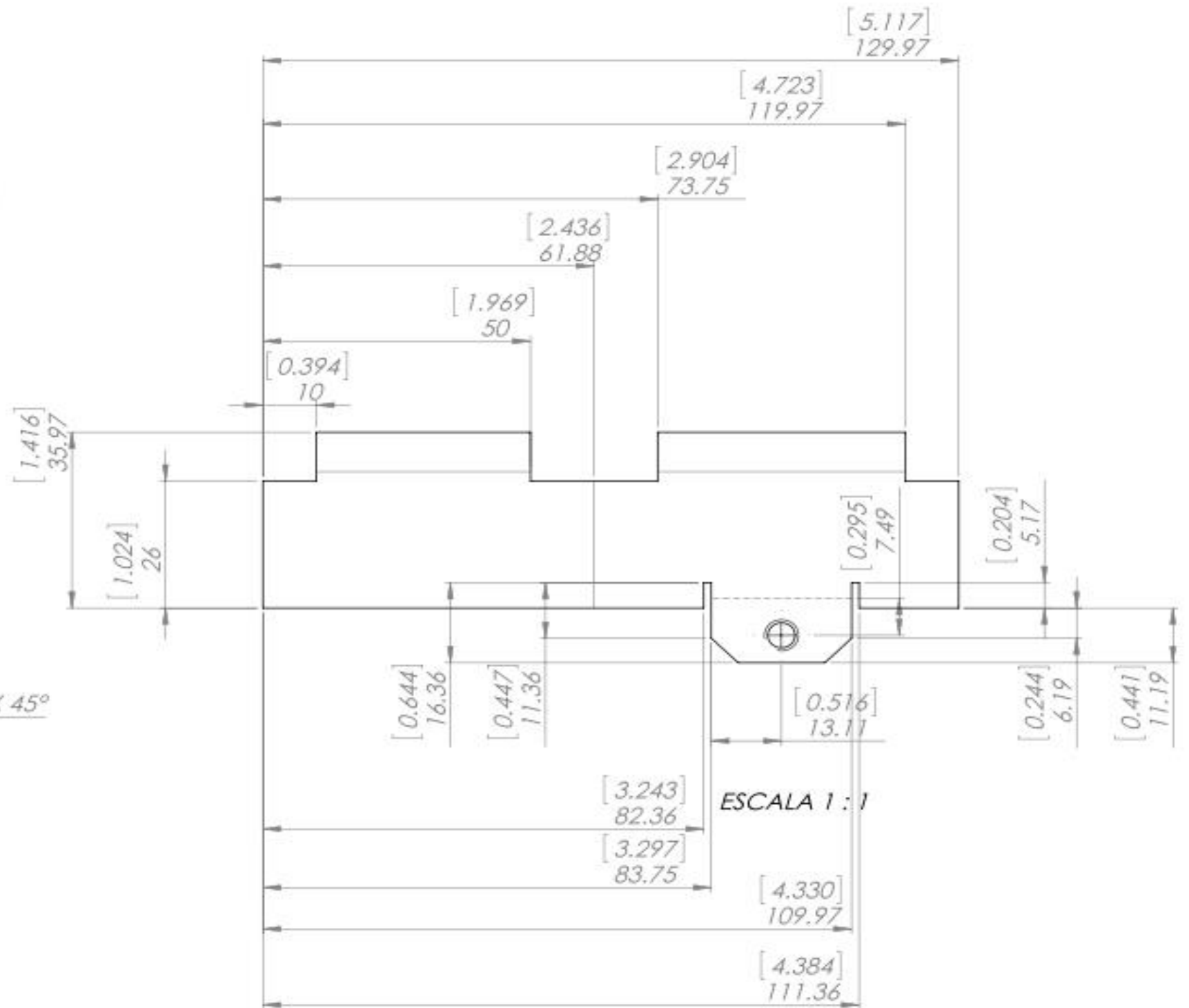
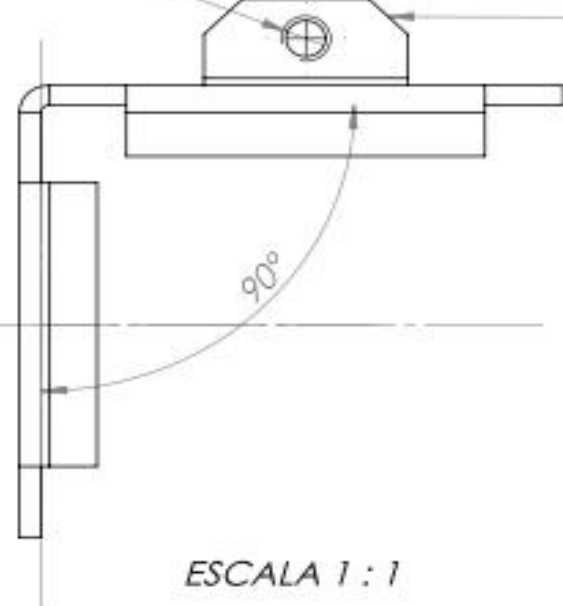
REVISO: HMA ESCALA: S/N

APROBO: HMA PLANO:
MEM-SCA-502-0



ϕ 5.11 [0.201]
1/4-20 UNC ROSACDO PASADO

[0.197]
5 X 45°



MATERIAL-HOJA DE ALUMINIO ALEACION 1100 CALIBRE 12 TEMPLE H12



SOPORTE DEFERRITAS 2.4

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGON

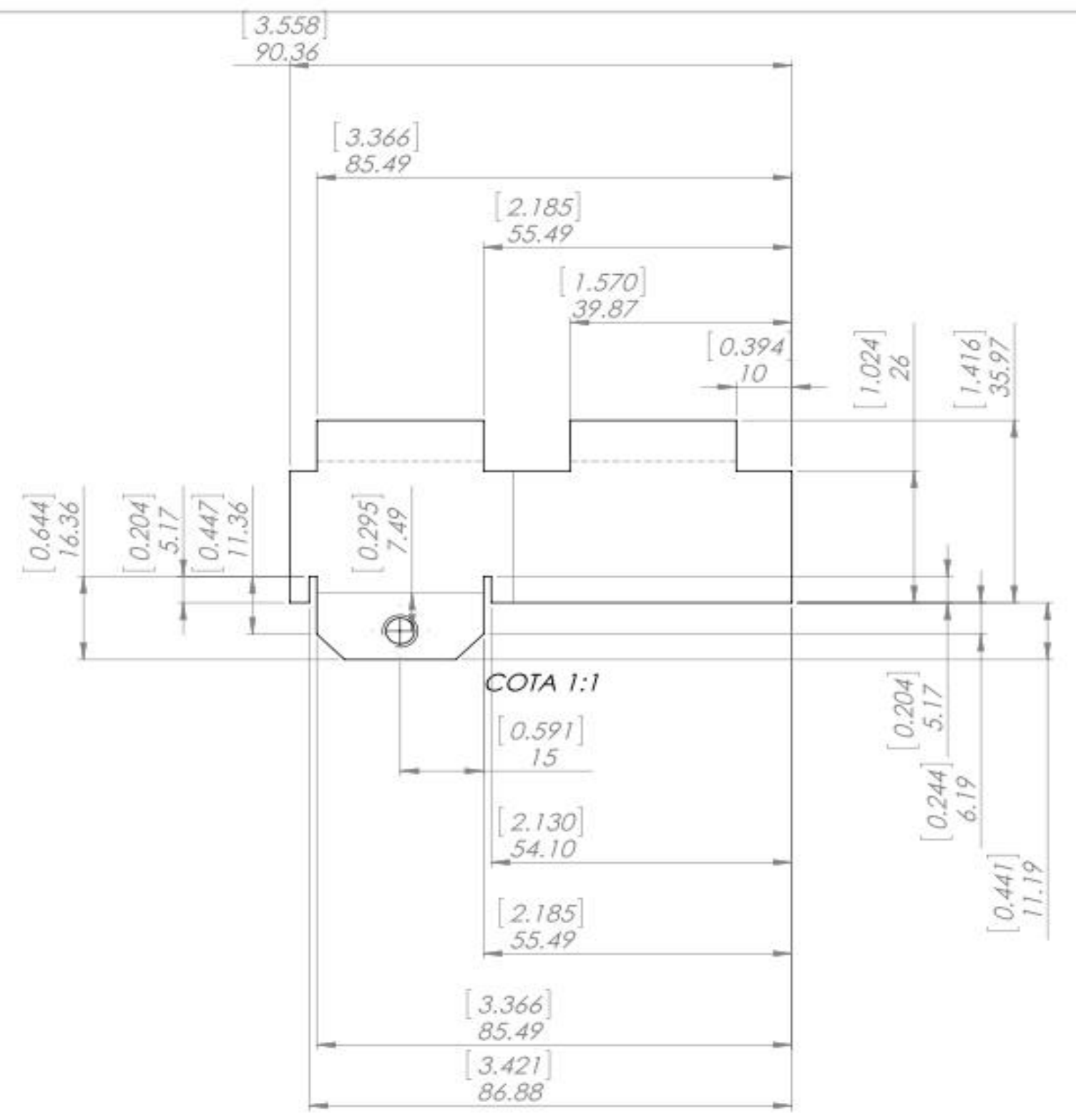
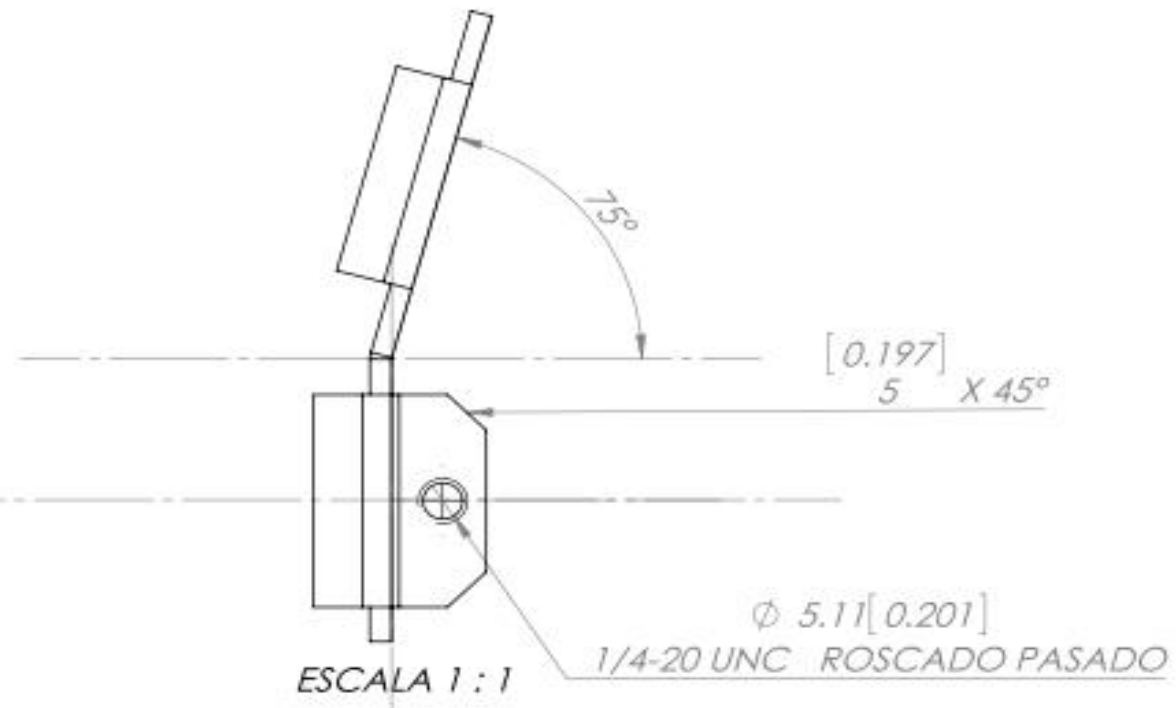
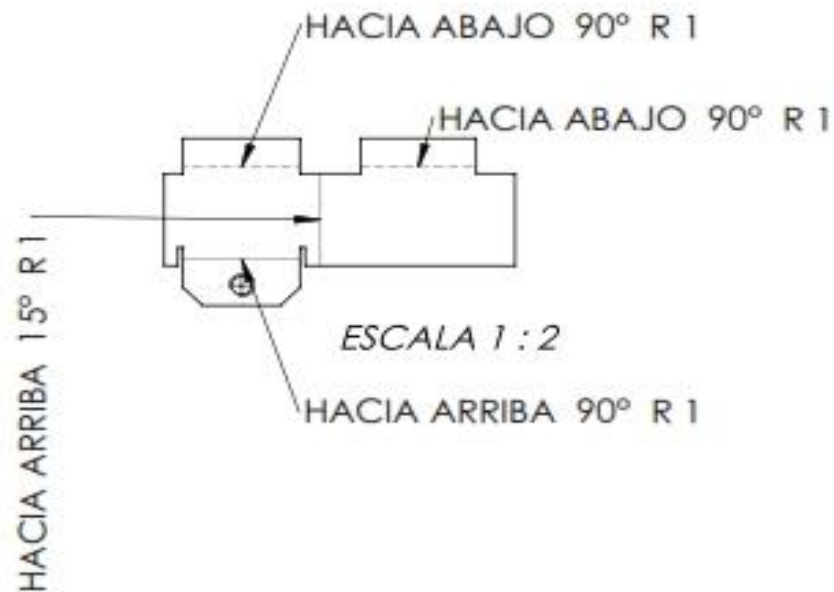
04/02/2015



DIBUJO: CMA COTA: IN/MM

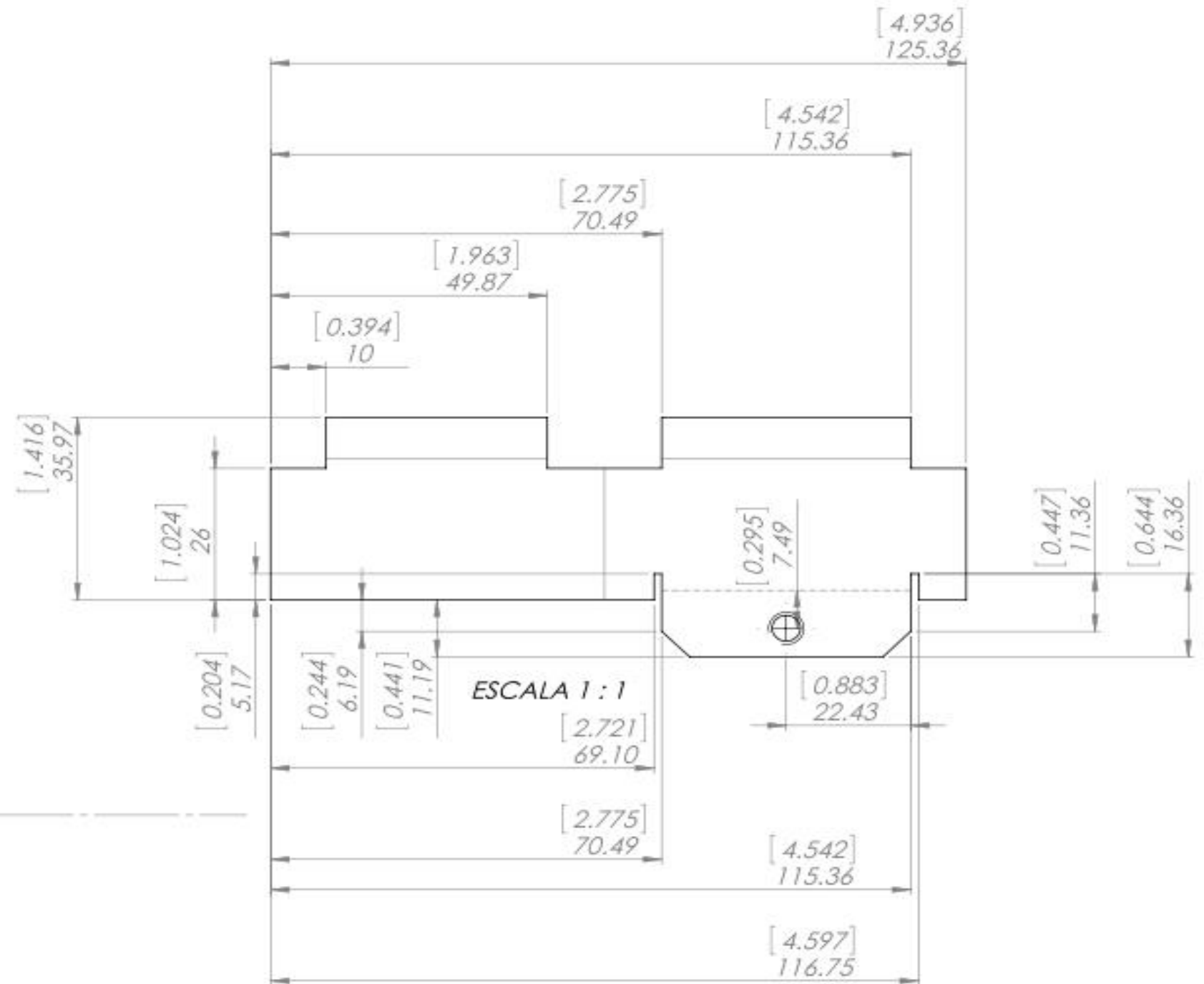
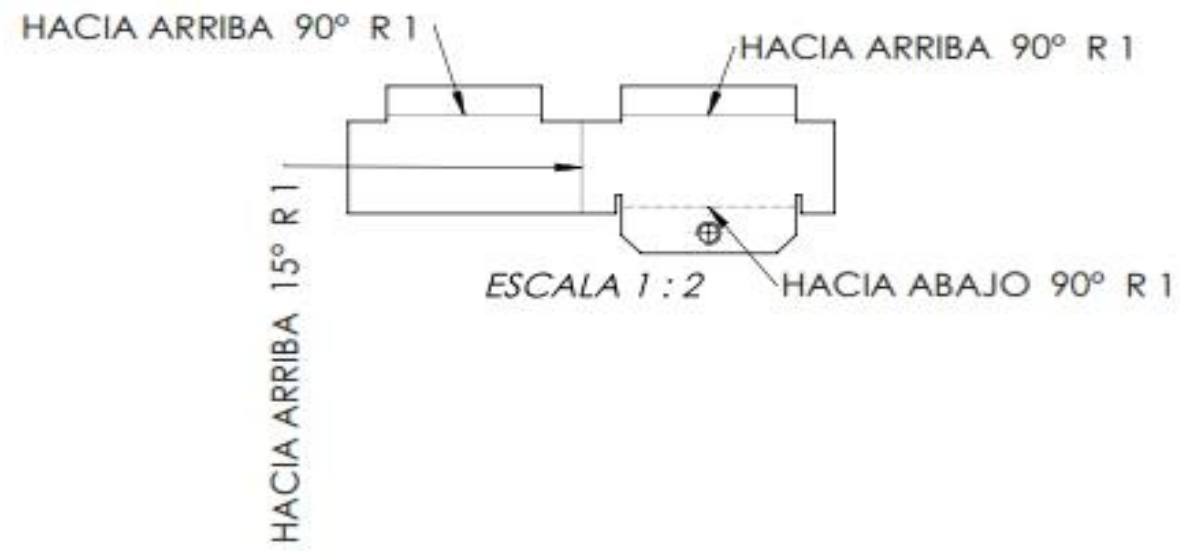
REVISO: HMA ESCALA: S/N

APROBO: HMA PLANO:
MEM-SCA-503-0



MATERIAL-HOJA DE ALUMINIO ALEACION 1100 CALIBRE 12 TEMPLE H12

	SOPORTE FERRITAS 2.1	04/02/2015	
	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGON	DIBUJO: CMA	COTA: IN/MM
		REVISO: HMA	ESCALA: S/N
		APROBO: HMA	PLANO: MEM-SCA-504-0



$\phi 5.11$ [0.201]
1/4-20 UNC ROSACADO PASADO

[0.197] 5 X 45°

75°

ESCALA 1:1

MATERIAL-HOJA DE ALUMINIO ALEACION 1100 CALIBRE 12 TEMPLE H12



SOPORTE DEFERRITAS 2.3

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGON

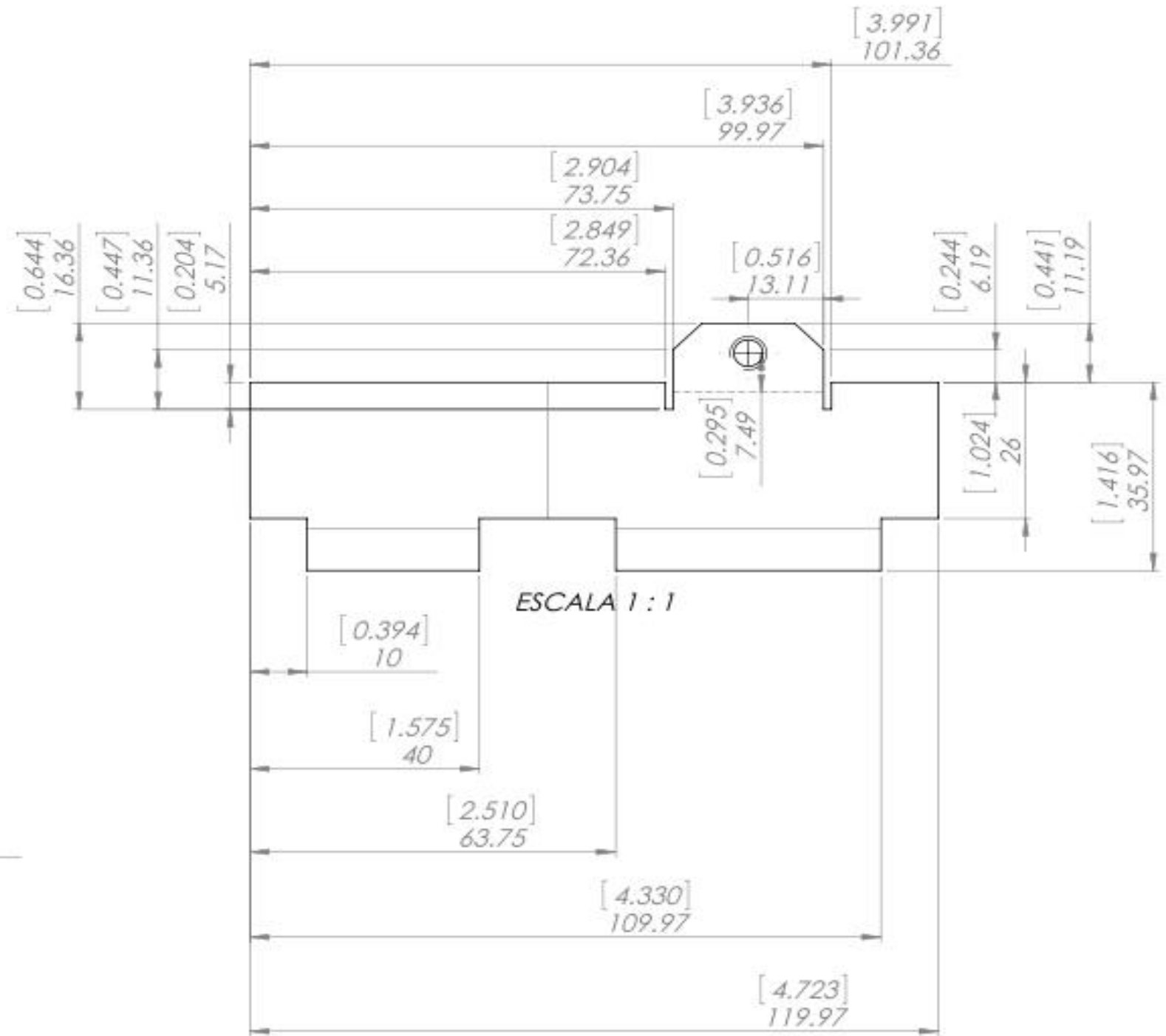
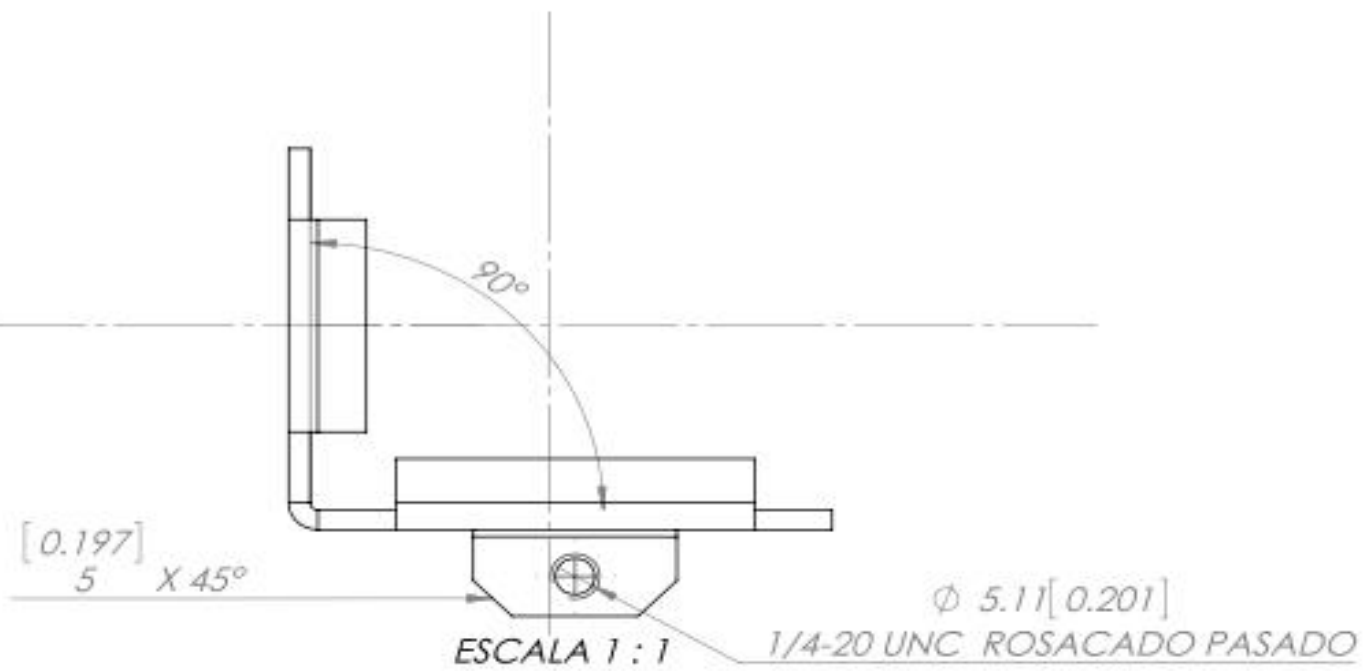
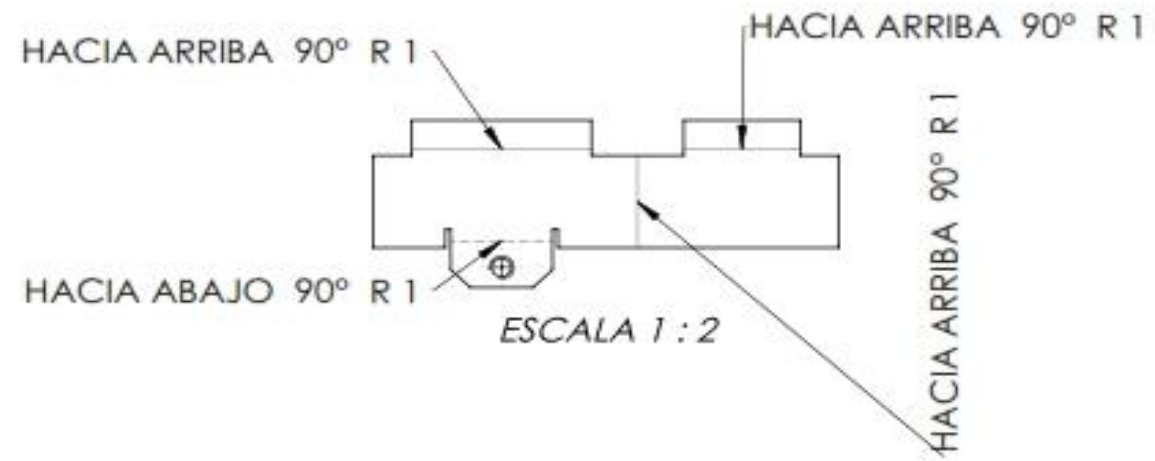
04/02/2015



DIBIJO: CMA COTA: IN/MM

REVISO: HMA ESCALA: S/N

APROBO: HMA PLANO:
MEM-SCA-506-0



MATERIAL-HOJA DE ALUMINIO ALEACION 1100 CALIBRE 12 TEMPLE H12



SOPORTE FERRITAS 2

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGON

04/02/2015

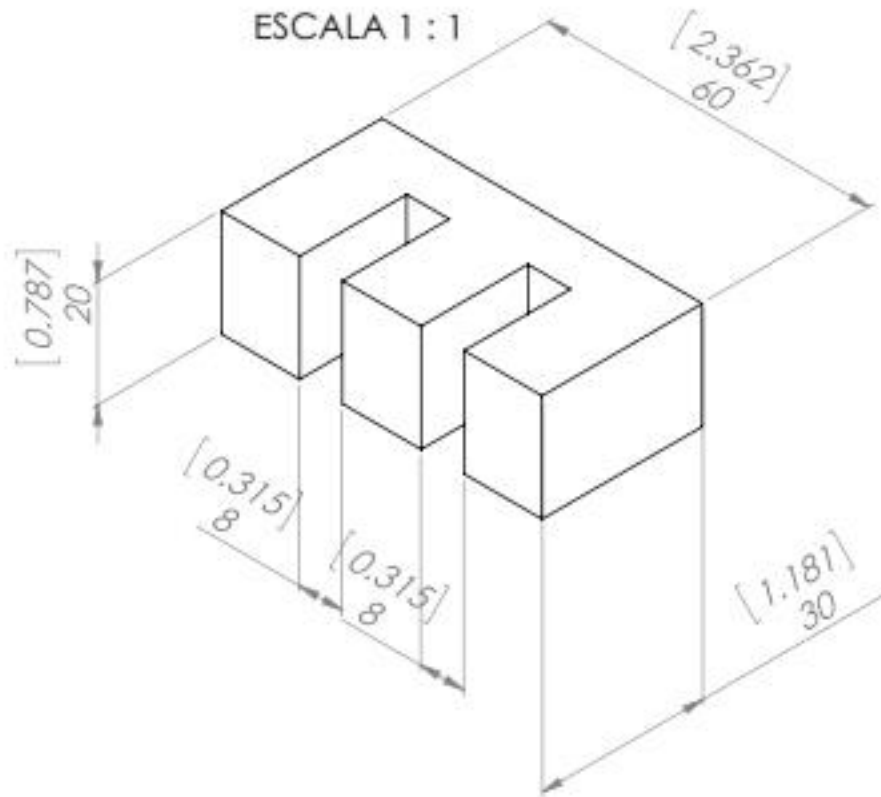


DIBUJO: CMA COTA: IN/MM

REVISO: HMA ESCALA: S/N

APROBO: HMA PLANO:
MEM-SCA-507-0

NUCLEO DE FERRITA TIPO E



TEMPERATURA	-40°C - 300°C
RESISTENCIA	LA CORROSION
MATERIAL	OXIDO DE HIERRO OXIDO DE ESTRONCIO
GRADO	C5
DENSIDAD DE FLUJO	4000, 4200 GAUSS



FERRITAS240614

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGON

04/02/2015



DIBUJO:CMA

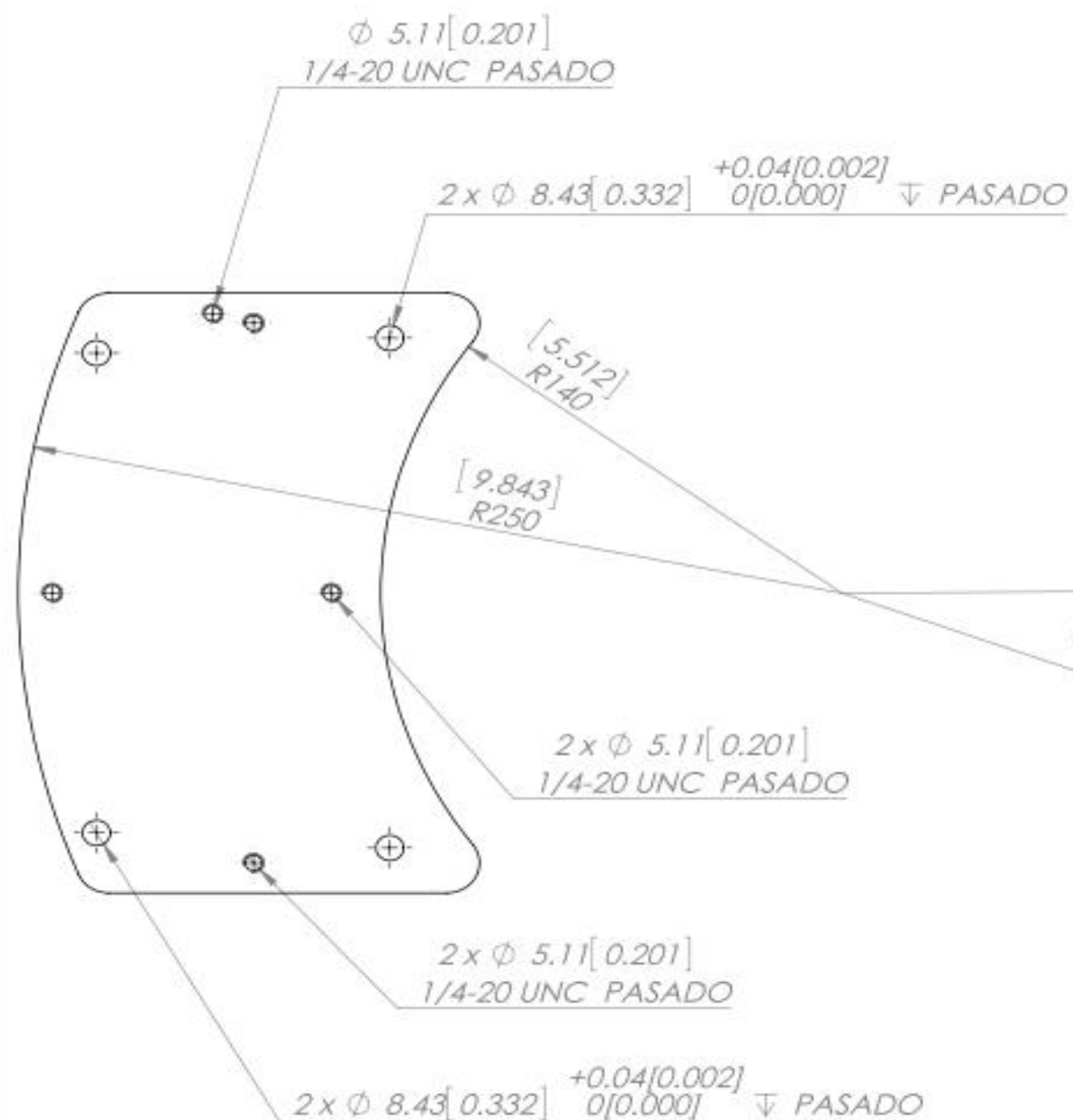
COTA: IN/MM

REVISO:HMA

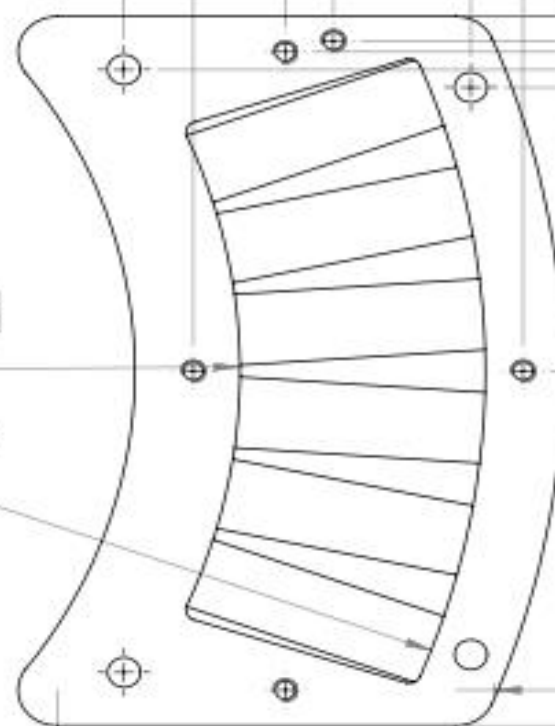
ESCALA: S/N

APROBO:HMA

PLANO: NA



ESCALA 1:2



ESCALA 1:2

[0.375]
9.53

ESCALA 1:2

MATERIAL-PLACA DE ALUMINIO ALEACION 1100 TEMPLE F



TAPATIPOCALIPER111114

04/02/2015

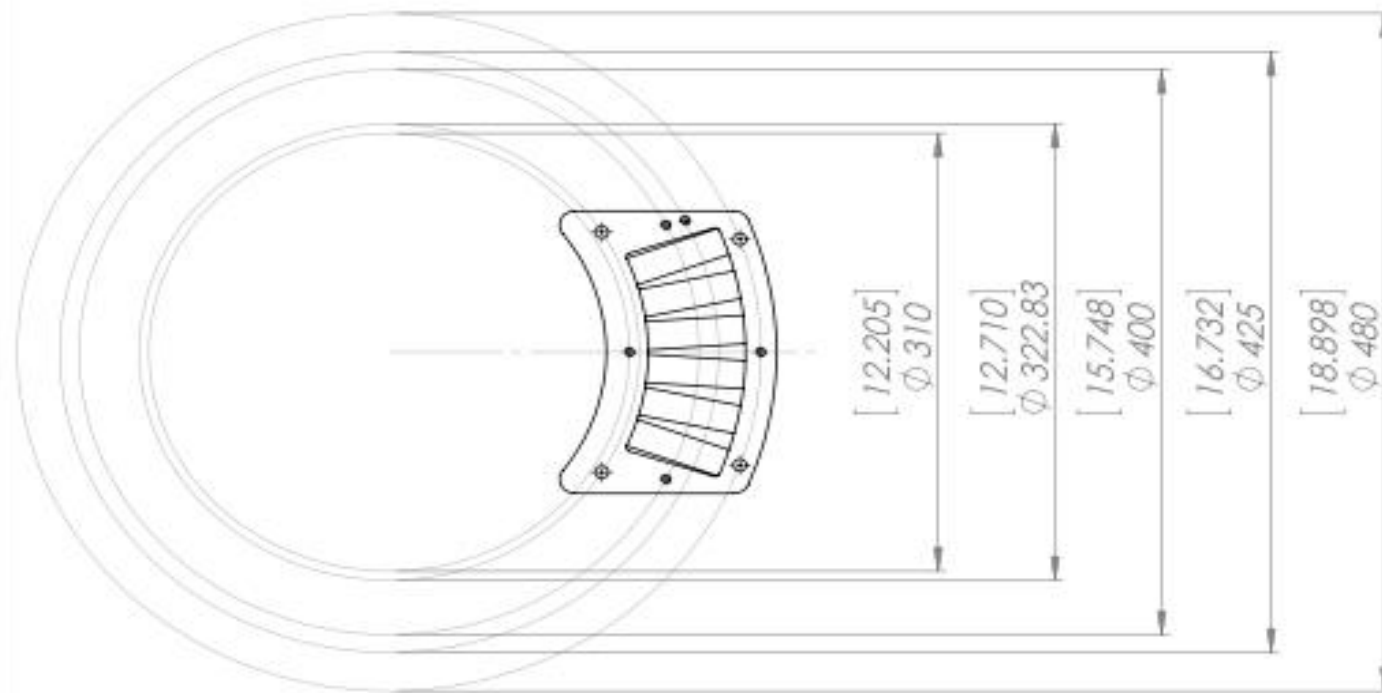


UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
 FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGON

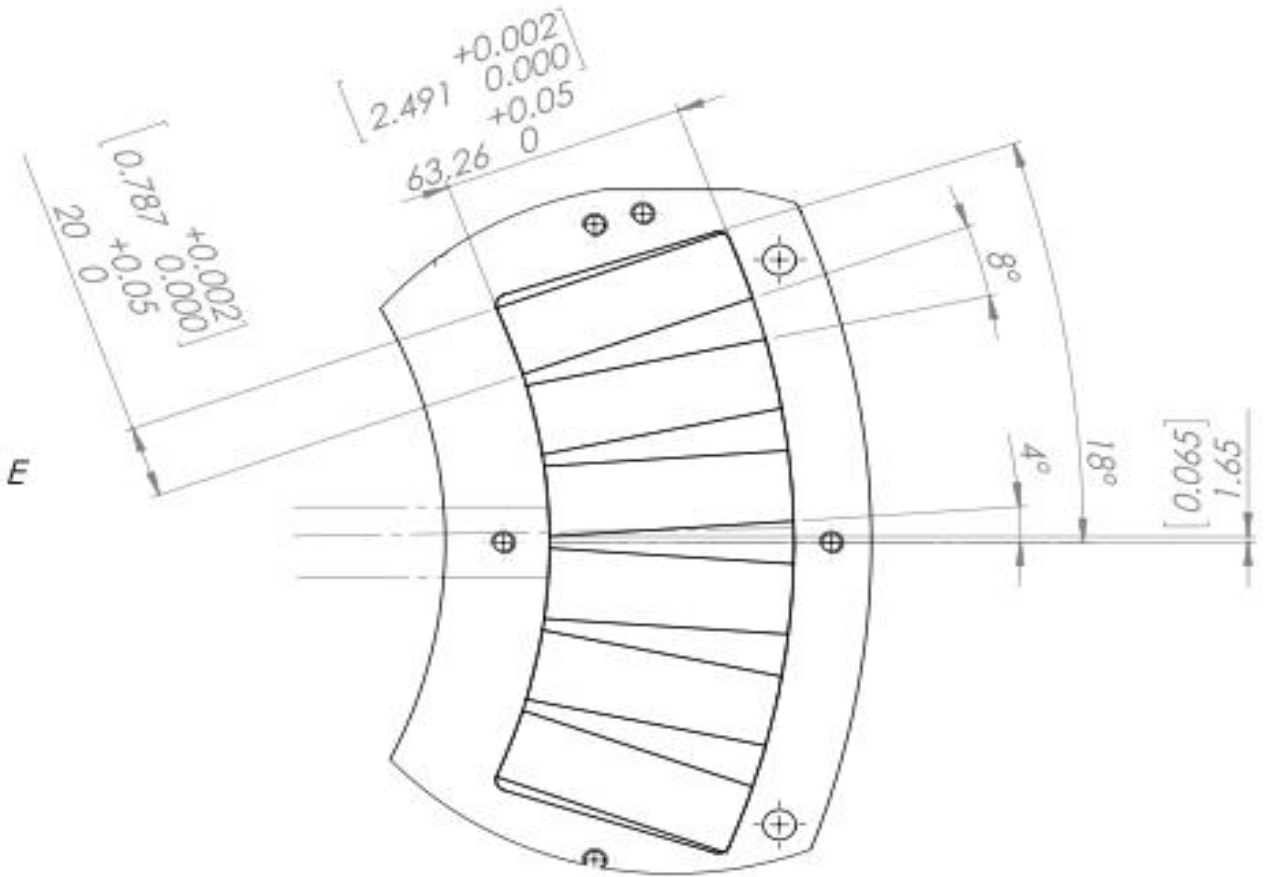
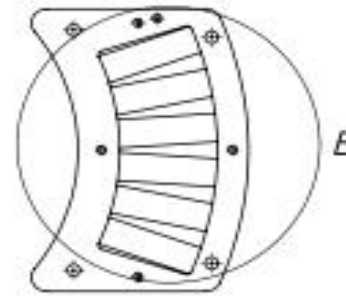
DIBIJO:CMA COTA:IN/MM

REVISO:HMA ESCALA:S/N

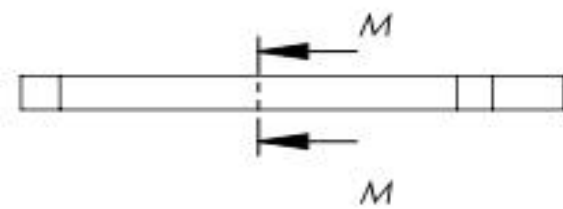
APROBO:HMA PLANO:
MEM-SCA-510-0



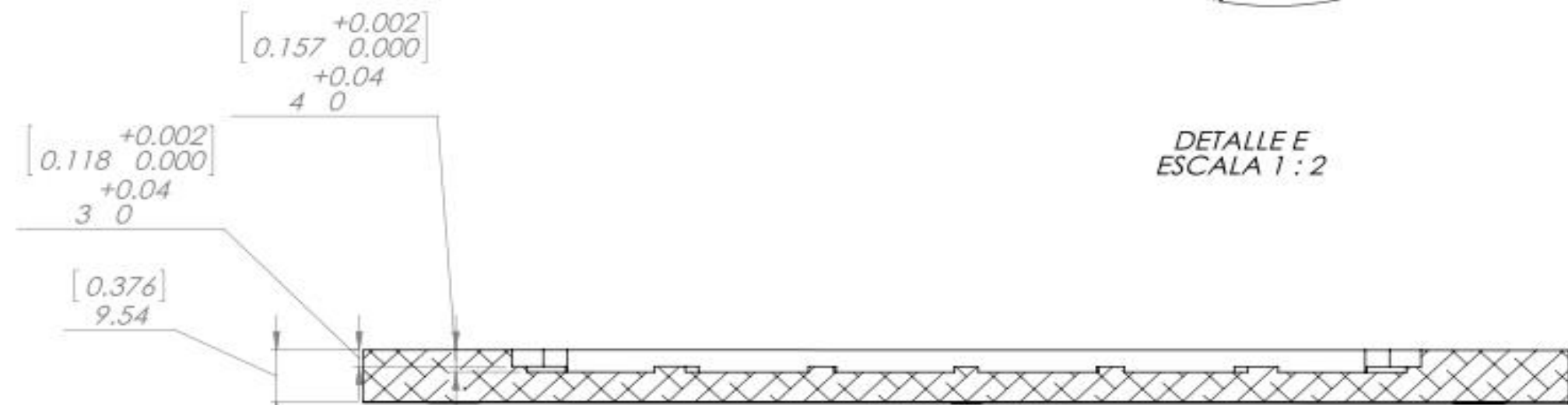
ESCALA 1:5



DETALLE E
ESCALA 1:2



ESCALA 1:2



SECCIÓN M-M
ESCALA 1:1

MATERIAL-PLACA DE ALUMINIO ALEACION 1100 TEMPLE F



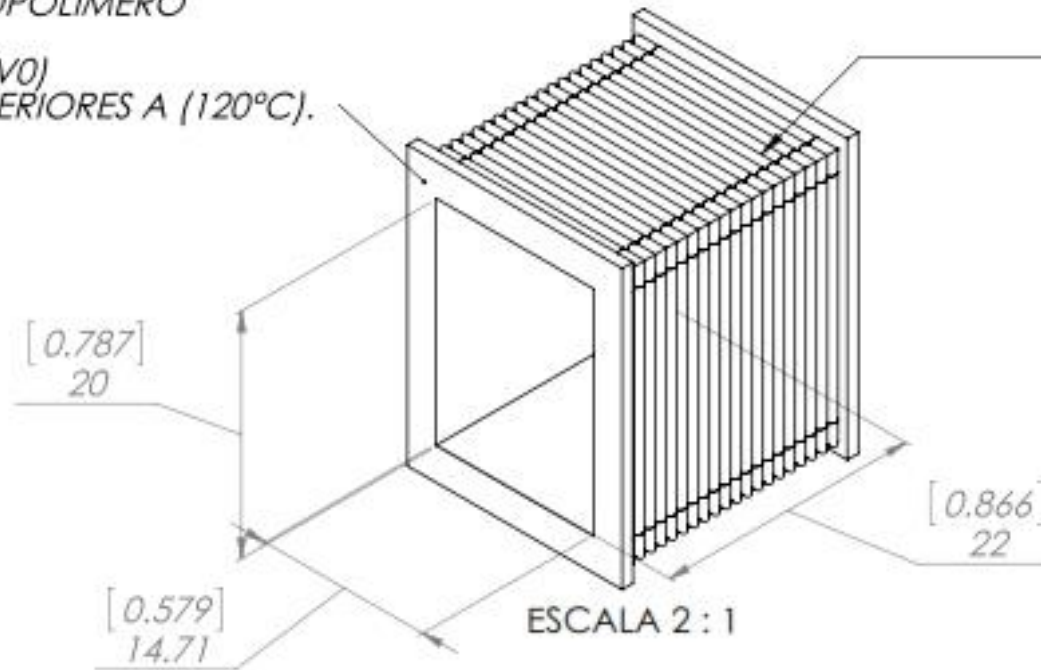
TAPATIPOCALIPER111114	04/02/2015	
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO	DIBIJO:CMA	COTA:IN/MM
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGON	REVISO:HMA	ESCALA:S/N
	APROBO:HMA	PLANO: MEM-SCA-510-0

BOBINA

ALAMBRE MAGNETO CALIBRE 10
MILS CIRCULARES-10,383
DIAMETRO-2.59MM
KG/KM 46.77
AMPERS-21.2

CARRETE :

- POLIPROPILENO COPOLÍMERO
- ANTIFLAMA (FR)
- AUTOEXTINGUIBLE (V0)
- TEMPERATURAS SUPERIORES A (120°C).



SENSAMBLEBOBINA111114

04/02/2015



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE
MEXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGON

DIBUJO:CMA

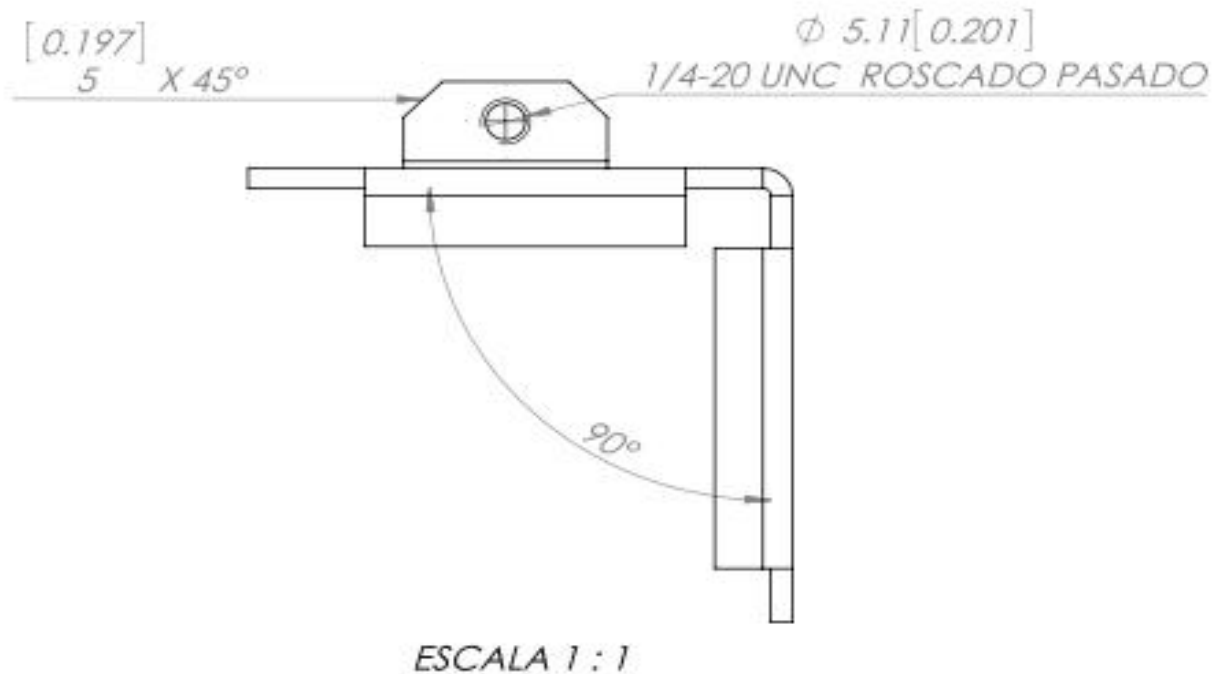
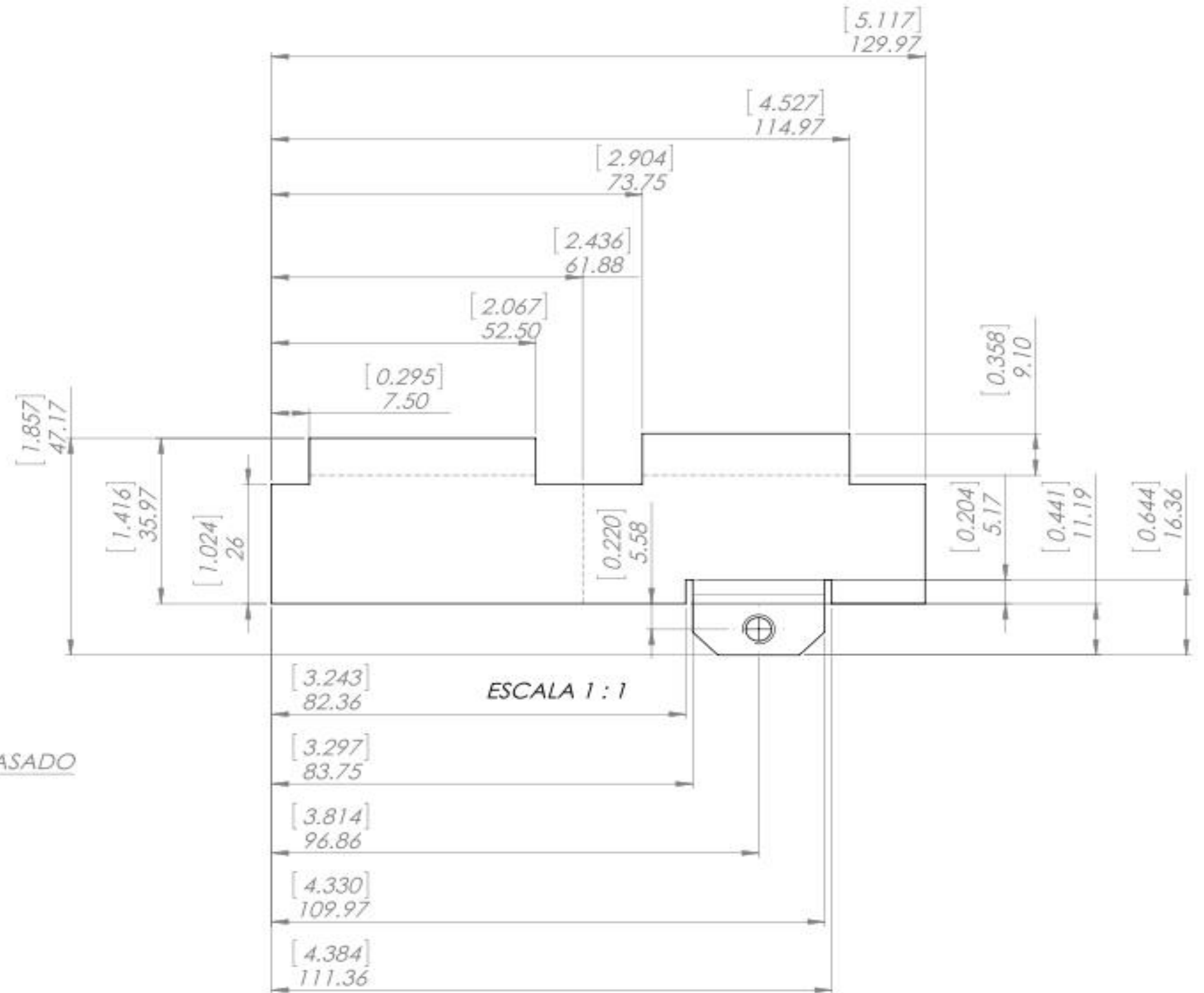
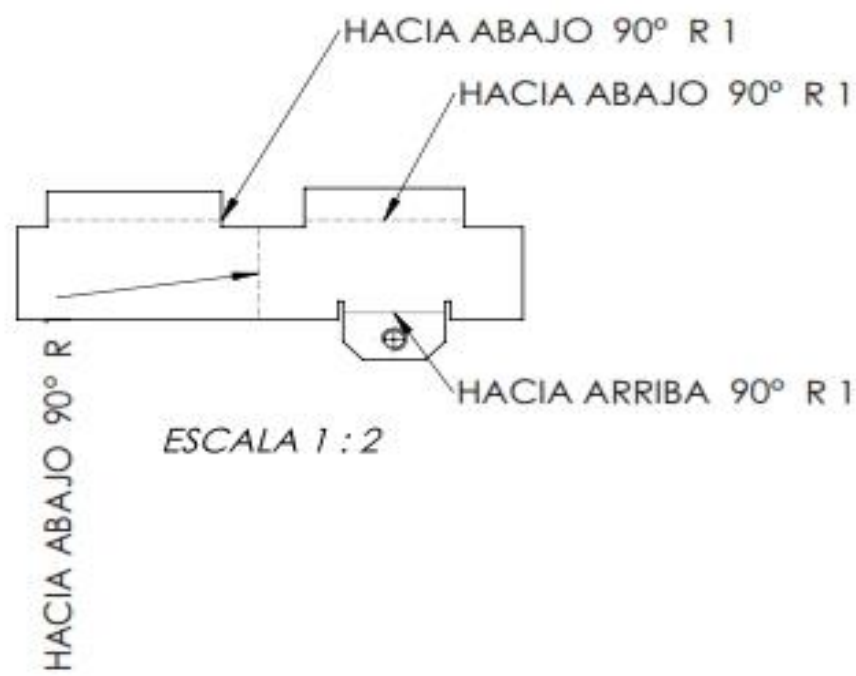
COTA: IN/MM

REVISO:HMA

ESCALA: S/N

APROBO:HMA

PLANO: NA



MATERIAL-HOJA DE ALUMINIO ALEACION 1100 CALIBRE 12 TEMPLE H12



SOPORTE FERRITAS 4

04/02/2015

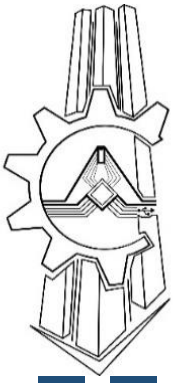


UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
 FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGON

DIBIJO: CMA COTA: IN/MM

REVISO: HMA ESCALA: S/N

APROBO: HMA PLANO:
 MEM-SCA-509-0



Anexo B



Tabla B1 Constante de permeabilidad.

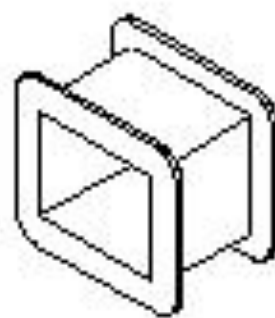
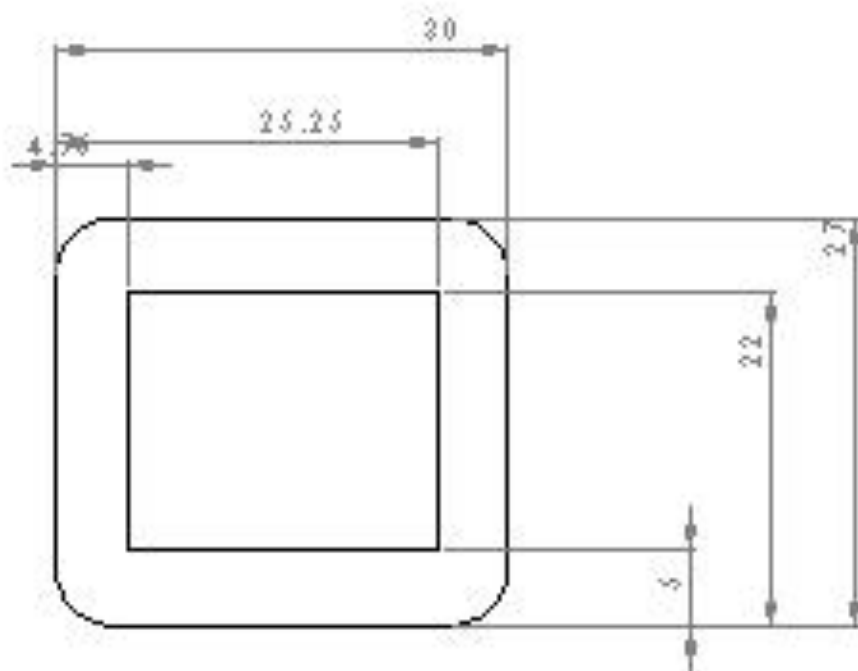
Tabla de propiedades magnéticas de materiales comunes [\[editar\]](#)

Material	Presentación	Composición aproximada (%)					Permeabilidad inicial (B=20, gauss)	Permeabilidad máxima	Densidad de saturación de flujo (B, gauss)
		Fe	Ni	Co	Mo	Otros			
Acero laminado en frío	Lámina	98.5	---	---	---	---	180	2000	21 000
Hierro	Lámina	99.91	---	---	---	---	200	5000	21 500
Hierro purificado	Lámina	99.95	---	---	---	---	5000	180 000	21 500
Hierro al 4% silicio - grano orientado	Lámina	96	---	---	---	4 Si	500	7000	19 700
	Lámina	97	---	---	---	3 Si	1500	30 000	20 000
45 Permalloy	Lámina	54.7	45	---	---	---	2500	25 000	16 000
Permalloy 45	Lámina	54.7	45	---	---	---	4000	50 000	16 000
Hipernik	Lámina	50	50	---	---	---	4500	70 000	16 000
Monimax	Lámina	---	---	---	---	---	2000	35 000	15 000
Sinimax	Lámina	---	---	---	---	---	3000	35 000	11 000
Permalloy 78	Lámina	21.2	78.5	---	---	0.3 Mn	8000	100 000	10 700
Permalloy 4-79	Lámina	16.7	79	---	4	0.3 Mn	20 000	100 000	8700
Mu metal	Lámina	18	---	---	---	---	20 000	100 000	6500
Superalloy	Lámina	15.7	79	---	4.3	---	100 000	800 000	8000
Pemendur	Lámina	49.7	79.0	---	05.0	---	800	5000	24 500
Pemendur 2V	Lámina	49	---	---	---	---	800	4500	24 000
Hiperco	Lámina	64	---	---	---	---	650	10 000	24 200
Permalloy 2-81	Polvo aislado	17	---	---	---	---	125	130	8000
Hierro Carbonyl	Polvo aislado	99.9	---	---	---	---	55	132	---
Ferroxcube III	Polvo sinterizado	---	---	---	---	---	1000	1500	2500

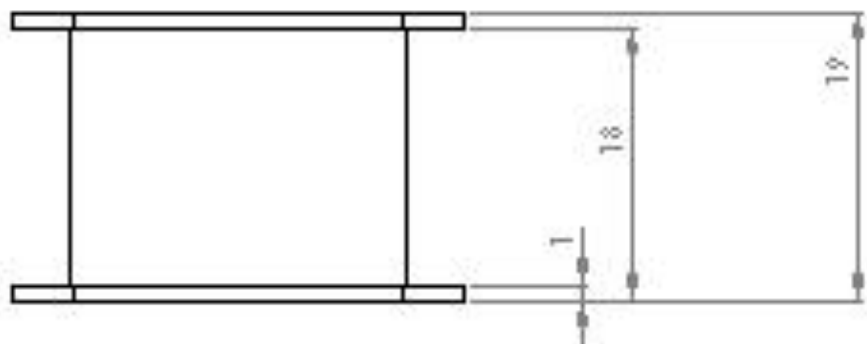
Tabla B2 Resistencia a la rodadura.

C_{rr}	μ_r	Descripción
0,0002 a 0,0010 ^{1,2}	0.5 mm	Ruedas de ferrocarril sobre railes de acero
	0,1 mm	Rodamientos de bolas en acero sobre acero
0,0025 ³		Neumáticos especiales Michelin para automóvil solar/eco-marathon
0,005		Railes estándar de tranvía
0,0055		Neumáticos BMX de bicicleta usados para automóviles solares ³
0,006 a 0,01		Neumáticos de automóvil de baja resistencia y neumáticos de camión sobre carretera lisa
0,010 a 0,015 ⁴		Neumáticos ordinarios de automóvil sobre losas de piedra
0,020		Neumáticos ordinarios de automóvil sobre hormigón
0,030 a 0,035		Neumáticos ordinarios de automóvil sobre alquitrán o asfalto
0,055 a 0,065		Neumáticos ordinarios de automóvil sobre hierba, barro y arena
0,3 ⁴		Neumáticos ordinarios de automóvil sobre hierba, barro y arena

Por ejemplo, un automóvil de 1000 kg sobre una carretera asfaltada necesita una fuerza o empuje de aproximadamente 300 N para rodar ($1000 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 \times 0,03 = 294,30 \text{ N}$).



ES CALA 1 : 1



Material: Plastico ABS



carrete

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGON

28/04/2015	
DIBUJO : CMA	COTA: IN/ MM
REVISO: HMA	ESCALA: S/ N
APROBO: HMA	PLANO: N/ A