

**SIMULACION DE UN GATO MECANICO EN 3D PARA MOTOCICLETAS TIPO  
ENDURO EN EL CENTRO DE SERVICIOS DISMERCA S.A  
(MACROCENTRO)**

**DAVID STIVEN HINCAPIE CARMONA  
JUAN CARLOS BOLIVAR CARDENAS  
JORGE ENRIQUE BEDOYA PEREZ**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
TECNOLOGÍA EN SISTEMAS MECATRÓNICOS  
MEDELLÍN  
2016**

**SIMULACION DE UN GATO MECANICO EN 3D PARA MOTOCICLETAS TIPO  
ENDURO EN EL CENTRO DE SERVICIOS DISMERCA S.A  
(MACROCENTRO)**

**DAVID STIVEN HINCAPIE CARMONA  
JUAN CARLOS BOLIVAR CARDENAS  
JORGE ENRIQUE BEDOYA PEREZ**

**Trabajo de grado para optar al título de tecnólogo en sistemas mecatrónicos**

**Asesor**

**Edgar Alberto Betancur Cataño**

**Ingeniero Electrónico**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
TECNOLOGÍA EN SISTEMAS MECTARÓNICOS  
MEDELLÍN  
2016**

## Contenido

|   | Pág. |
|---|------|
| 1- Planteamiento del problema .....                         | 15   |
| 1.1 Descripción .....                                       | 15   |
| 1.2 Formulación .....                                       | 17   |
| 2. Justificación .....                                      | 18   |
| 3. Objetivos .....  | 19   |
| 3.1 General .....   | 19   |
| 3.2 Específicos .....                                       | 19   |
| 4. Marco teórico .....                                      | 20   |
| 5. Resultados del proyecto .....                            | 42   |
| 5.1 Diseño Plataforma .....                                 | 45   |
| 5.2 Diseño bujes .....                                      | 48   |
| 5.3 Diseño de platina .....                                 | 51   |
| 5.4 Diseño tornillo sinfin .....                            | 53   |
| 5.5 Ensamble del gato en autodesk inventor .....            | 56   |
| 5.6 Diseño de acoples .....                                 | 60   |
| 5.7 Diseño del motor .....                                  | 66   |
| 5.8 Pintura de partes .....                                 | 70   |
| 5.9 Ensamble final del gato eléctrico .....                 | 71   |
| 5.10 simulación de fuerzas .....                            | 72   |
| 5.11 Análisis de simulación de fuerzas que se aplican ..... | 74   |
| 6. Metodología .....  | 88   |
| 6.1. Tipo de estudio .....                                  | 88   |
| 6.2. Método: Inductivo .....                                | 88   |
| 6.4. Instrumentos de recolección de información .....       | 88   |
| 6.4.1 Fuentes primarias: .....                              | 88   |
| 6.4.2 Fuentes secundarias: .....                            | 88   |

|                                    |    |
|------------------------------------|----|
| 7. Conclusiones .....              | 89 |
| 8. Recomendaciones .....           | 91 |
| 9. Referencias bibliográficas..... | 92 |

## Lista de figuras

|   |    |
|---|----|
| <i>Figura 1.</i> Gato mecánico Dismerca S.A (Macrocentro).....    | 20 |
| <i>Figura 2.</i> Partes de un motor .....                         | 23 |
| <i>Figura 3.</i> Pulsadores de 22 mm .....                        | 25 |
| <i>Figura 4.</i> Tabla de control .....                           | 28 |
| <i>Figura 5.</i> Tornillo sin fin. ....                           | 31 |
| <i>Figura 6.</i> Tornillo sin fin .....                           | 32 |
| <i>Figura 7.</i> Cadenilla .....                                  | 32 |
| <i>Figura 8.</i> Acople de torsión .....                          | 33 |
| <i>Figura 9.</i> Acople tipo araña. ....                          | 38 |
| <i>Figura 10.</i> Portada programa inventor.....                  | 42 |
| <i>Figura 11.</i> Selección del sistema americano o europeo. .... | 43 |
| <i>Figura 12.</i> Selección de plano. ....                        | 44 |
| <i>Figura 13.</i> Isométrico 2D .....                             | 45 |
| <i>Figura 14.</i> Isométrico extrucción 2D.....                   | 46 |
| <i>Figura 15.</i> Plataforma superior.....                        | 46 |
| <i>Figura 16.</i> Plataforma inferior con agujeros.....           | 47 |
| <i>Figura 17.</i> Buje Isométrico 2D.....                         | 48 |
| <i>Figura 18.</i> Buje extruido.....                              | 49 |
| <i>Figura 19.</i> Buje roscado .....                              | 50 |
| <i>Figura 20.</i> Buje roscado. ....                              | 50 |
| <i>Figura 21.</i> Platina tijera .....                            | 51 |
| <i>Figura 22.</i> Platina tijera con agujeros.....                | 52 |
| <i>Figura 23.</i> Cabeza tornillo sin fin.....                    | 53 |
| <i>Figura 24.</i> Tornillo sin fin. ....                          | 54 |
| <i>Figura 25.</i> Tornillo sin con rosca. ....                    | 55 |
| <i>Figura 26.</i> Selección programa ensamble. ....               | 56 |
| <i>Figura 27.</i> Carpeta de piezas para ensamble. ....           | 57 |

|  |    |
|--|----|
| <i>Figura 28.</i> Piezas para ensamble. ....                             | 58 |
| <i>Figura 29.</i> Selección del sistema americano o europeo. ....        | 59 |
| <i>Figura 30.</i> circunferencia del acople .....                        | 60 |
| <i>Figura 31.</i> cabeza acople .....                                    | 61 |
| <i>Figura 32.</i> cabeza y buje del acople .....                         | 62 |
| <i>Figura 33.</i> isométrico en cruz .....                               | 63 |
| <i>Figura 34.</i> isométrico en alto relieve .....                       | 64 |
| <i>Figura 35.</i> acople .....   | 65 |
| <i>Figura 36.</i> Circunferencia inicio motor .....                      | 66 |
| <i>Figura 37.</i> carcaza motor .....                                    | 67 |
| <i>Figura 38.</i> base motor .....                                       | 67 |
| <i>Figura 39.</i> avellanado tapa motor .....                            | 68 |
| <i>Figura 40.</i> avellanado tapa motor .....                            | 69 |
| <i>Figura 41.</i> Proceso de pintura de piezas .....                     | 70 |
| <i>Figura 42.</i> Ensamble de gato y motor .....                         | 71 |
| <i>Figura 43.</i> Fijación de partes .....                               | 73 |
| <i>Figura 44.</i> aplicación de material .....                           | 73 |
| <i>Figura 45.</i> enmallar para simular .....                            | 74 |
| <i>Figura 46.</i> imagen de informe de programa Autodesk inventor .....  | 77 |
| <i>Figura 47.</i> imagen de informe de programa Autodesk inventor .....  | 77 |
| <i>Figura 48.</i> Ensamble de gato y motor .....                         | 80 |
| <i>Figura 49.</i> imagen de informe de programa Autodesk inventor .....  | 80 |
| <i>Figura 50.</i> imagen de informe de programa Autodesk inventor .....  | 81 |
| <i>Figura 51.</i> imagen de informe de programa Autodesk inventor .....  | 81 |
| <i>Figura 52.</i> imagen de informe de programa Autodesk inventor .....  | 82 |
| <i>Figura 53.</i> imagen de informe de programa Autodesk inventor .....  | 82 |
| <i>Figura 54.</i> imagen de informe de programa Autodesk inventor .....  | 83 |
| <i>Figura 55.</i> .imagen de informe de programa Autodesk inventor ..... | 83 |
| <i>Figura 56.</i> imagen de informe de programa Autodesk inventor .....  | 84 |

|   |    |
|---|----|
| <i>Figura 57.</i> imagen de informe de programa Autodesk inventor ..... | 84 |
| <i>Figura 58.</i> imagen de informe de programa Autodesk inventor ..... | 85 |
| <i>Figura 59.</i> imagen de informe de programa Autodesk inventor ..... | 85 |
| <i>Figura 60.</i> imagen de informe de programa Autodesk inventor ..... | 86 |
| <i>Figura 61.</i> imagen de informe de programa Autodesk inventor ..... | 86 |
| <i>Figura 62.</i> imagen de informe de programa Autodesk inventor ..... | 87 |

**Lista de tablas**

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1. analisis de fuerzas .....                      | 74 |
| Tabla 2. Physical .....                                 | 74 |
| Tabla 3. General objective and settings .....           | 75 |
| Tabla 4. Mesh settings .....                            | 75 |
| Tabla 5. Material(s) .....                              | 75 |
| Tabla 6. Force 1 .....                                  | 76 |
| Tabla 7. Reaction Force and Moment on Constraints ..... | 78 |
| Tabla 8. Result Summary .....                           | 79 |

## **Resumen**

### **SIMULACION DE UN GATO MECANICO EN 3D PARA MOTOCICLETAS TIPO ENDURO EN EL CENTRO DE SERVICIOS DISMERCA S.A (MACROCENTRO)**

**DAVID STIVEN HINCAPIE CARMONA**

**JUAN CARLOS BOLIVAR CARDENAS**

**JORGE ENRIQUE BEDOYA PEREZ**

En este proyecto primordialmente se quiere simular una herramienta de trabajo en 3D para el confort del operario y directamente mayor producción, esta herramienta se modificará con base a los requerimientos que la empresa necesite.

El gato original es de funcionamiento mecánico, con las modificaciones se espera que quede eléctrico con sensores de peso, movimiento y sus actuadores tengan comunicación.

Se toma la decisión de realizar este trabajo en 3D a raíz de que el presupuesto para realizarlo físico no fue aprobado por la empresa se espera en un futuro implementarlo físicamente para optimizar las actividades de los operarios.

*Palabras claves:* confort, actuador, Auteco, tornillo sin fin manivela, Autodesk inventor, rediseño, ensamble, motores monofásicos, motores síncronos trifásicos, bipolar, plataforma, buje, acople de torsión.

## **Abstract**

### **SIMULATION OF A ELEVATOR IN 3D MECHANICAL ENDURO MOTORCYCLE TYPE IN THE CENTER OF SERVICES DISMERCA S.A**

**(Macrocentro)**

**DAVID STIVEN HINCAPIE CARMONA**

**JUAN CARLOS BOLIVAR CARDENAS**

**JORGE ENRIQUE BEDOYA PEREZ**

In this project primarily you want to simulate a working tool in 3D for operator comfort and increased production directly, this tool was modified based on the requirements that the company needs. The original cat is mechanical operation, with the changes is expected to be electric with weight sensors, actuators have movement and communication.

The decision to do this work in 3D following the budget for physical realize it was not approved by the company is expected in the future physically implement it to optimize the activities of operators is taken.

*Keywords:* Comfort, actuator, Auteco, worm screw, Autodesk inventor, redesign, assembly, single phase motors, three phase synchronous motors, bipolar, platform, bushing, torsion coupling.

## Glosario

**Confort:** Confort es un término francés aceptado por el diccionario de la Real Academia Española (RAE) que procede del inglés confort. Se trata de aquello que brinda comodidades y genera bienestar al usuario.

**Actuador:** Los actuadores electrónicos también son muy utilizados en los aparatos mecatrónicos, como por ejemplo, en los robots. Los servomotores CA sin escobillas se utilizarán en el futuro como actuadores de posicionamiento preciso debido a la demanda de funcionamiento sin tantas horas de mantenimiento.

**Auteco:** Auto técnica Colombiana S.A., o Auteco, es una ensambladora de automotores y motocicletas de Colombia. Fue la primera ensambladora de motocicletas en el país.

**Tornillo sin fin:** En ingeniería mecánica se denomina tornillo sin fin a un dispositivo que transmite el movimiento entre ejes que son perpendiculares entre sí, mediante un sistema de dos piezas: el "tornillo" (con dentado helicoidal), y un engranaje circular denominado "corona".

**Manivela:** Pieza mecánica, generalmente de hierro, con forma de ángulo recto, que, al darle movimiento rotatorio con la mano, hace girar un eje y pone en funcionamiento un motor o mecanismo.

**Autodesk inventor:** Los software de diseño mecánico y CAD 3D Inventor® e Inventor® Professional incluyen: opciones de modelado con formas libres, directo y paramétrico, herramientas de automatización del diseño y herramientas de visualización y simulación avanzadas.

**Rediseño:** rediseño no forma parte del diccionario de la Real Academia Española (RAE). De todos modos, la inclusión del prefijo re- indica que un rediseño es el resultado de volver a diseñar algo.

**Ensamble:** Unir varios elementos, especialmente piezas de madera, de manera que ajusten entre sí perfectamente, normalmente haciendo que parte de uno entre en otro.

**Motores monofásicos:** Un motor monofásico de fase partida es un motor de inducción con dos bobinados en el estator, uno principal y otro auxiliar o de arranque.

**Motores síncronos trifásicos:** Los motores síncronos son un tipo de motor de corriente alterna en el que la rotación del eje está sincronizada con la frecuencia de la corriente de alimentación; el período de rotación es exactamente igual a un número entero de ciclos de CA. Su velocidad de giro es constante y depende de la frecuencia de la tensión de la red eléctrica a la que esté conectada y por el número de pares de polos del motor, siendo conocida esa velocidad como "velocidad de sincronismo".

**Bipolar:** Estos tiene generalmente cuatro cables de salida (ver figura 1). Necesitan ciertos trucos para ser controlados, debido a que requieren del cambio de dirección del flujo de corriente a través de las bobinas en la secuencia apropiada para realizar un movimiento.

**Plataforma:** Una plataforma elevadora es un dispositivo mecánico diseñado para permitir realizar trabajos en diferentes alturas.

**Buje:** Pieza cilíndrica que reviste por el interior los elementos mecánicos que giran alrededor de un eje.

**Acople de torsión:** Los acoples constan de dos manzanas de "mandíbulas" curvas que encajan con una "estrella" de poliuretano de por medio. Esta geometría le sirve para admitir buen

des alineamiento angular y también transmitir con suavidad mayor torsión. El diseño ha sido el estándar en Europa y muchos otros países alrededor del mundo.

## **Introducción**

Este proyecto está basado en rediseñar un gato mecánico para convertirlo a eléctrico, con sensores de peso, movimiento y actuadores manuales de botonera, para la empresa DISMERCA S.A (macrocentro); con el fin de que sea más productivo el operario y mayor confort en su trabajo, ya que es una empresa que presta servicio técnico a las motocicletas.

Este gato es compuesto por dos plataformas que son superior e inferior, cuatro platinas que van dos a cada lado, al unirlos queda tipo tijera, lleva diez bujes dos de ellos tienen dos perforaciones, en la mitad lleva un tornillo con rosca sin fin, un motor de corriente alterna a 110v y una caja eléctrica de comando, con sus respectivos controles manuales.

Este trabajo se hizo en un programa que se llama AUTODESK INVENTOR, el cual es un simulador donde podemos hacer o diseñar herramientas o piezas mecánicas para la industria, la ventaja que tiene este programa es que se pueden hacer simulaciones de diferentes tipos de materiales, agregarle fuerza sin invertir en materiales.

## 1- Planteamiento del problema

### 1.1 Descripción

Auteco ha acompañado a los colombianos desde 1941, convirtiéndose en la primera ensambladora de motos del país y del Grupo Andino, cuando la tradicional Lambretta pisó las calles de Medellín. Es además la única ensambladora multi-marcas que busca por el mundo lo mejor de cada segmento de motos para ofrecerlo a sus clientes, es así como nacen nuestras líneas Kawasaki (1972), de Japón; Bajaj (1993), de la India; Kymco (2003), de Taiwán y KTM (2012) de Austria

Dismerca S.A. fue creada el 01 de abril de 1984 en un almacén de la ciudad de Medellín en principio con la comercialización de motos Kawasaki entre los años 1985 y 1986 empezó la comercialización de la línea agrícola a través de guadañadoras y repuestos Kawasaki marunaka. Con el ánimo de dar a conocer las motocicletas y posicionarse en el mercado, se decide crear sucursales en las principales ciudades del país. Conscientes de la necesidad de prestarle el mejor servicio al cliente, nace en noviembre de 1988 el primer centro de servicios en la ciudad de Medellín, proporcionando dinamismo y profesionalismo a la atención post venta en el año 1993 con la entrada nuevamente de la motocicleta a Colombia, surgió el punto de venta motos y motonetas Medellín y en 1995 se inauguró motos y motonetas. En 1996 se llevó a cabo una sustitución patronal, bajo la razón social Dismerca S. A

Auteco cuenta con el centro de servicio más grande de Colombia llamado DISMERCA S.A (macrocentro) esta es una empresa perteneciente a la red directa de Auteco, encargada de prestar el servicio y respaldo pos-venta, que funciona en la ciudad de Medellín en la dirección CLL 38 # 52 34. En este taller se prestan una serie de servicios como ventas de motocicletas, venta de repuestos, accesorios, y la parte de taller donde se realizan revisiones periódicas de kilometraje, respaldo de garantías, pintura, reparación de colisiones, mecánica en general y reparaciones eléctricas.

## **Misión**

Consolidamos día a día nuestra misión centrados en servir a nuestros clientes comercializando un producto de calidad integral para la satisfacción de sus necesidades de transporte, recreación, equipo de trabajo y generación de energía, y otros a los cuales diversificamos, a través del desarrollo de un grupo humano integro, feliz, entusiasta y comprometido en la honestidad y la excelencia para contribuir al mejoramiento de la calidad de nuestro país.

## **Visión**

Para el año 2018, seremos identificados como el mejor concesionario en la comercialización y la prestación del servicio posventa brindando respaldo al portafolio, por medio de la satisfacción de las necesidades de los clientes, apoyados en procesos con los mejores estándares de calidad, innovando y manteniendo planes de liderazgo y seguridad para nuestros usuarios y nuestros empleados, de manera sostenible en el tiempo.

En el centro de servicios Dismerca (macrocentro) para el desarrollo de las actividades de reparaciones técnicas en la actualidad es muy limitado, debido a la falta de un mecanismo que permita levantar las motocicletas tipo enduro y que posibilite a los técnicos el acceso visual de la motocicleta y sus componentes.

Para dar solución y facilitar el trabajo de las motocicletas tipo en duro la empresa adquirió un gato mecánico, con este gato mecánico se dio solución al problema antes mencionado que era el de visualizar y trabajar más fácil las motocicletas, pero con el tiempo y encuestas realizadas al personal técnico nos dimos cuenta que al subir las motocicletas a este gato es muy riesgoso para la integridad física de cada operario ya que esta se puede caer y lesionarlo, incluso muchas veces este procedimiento lo tienen que hacer entre dos técnicos, además hay que operar un tornillo sin fin dándole muchas vueltas para poder subir la plataforma, esto puede causar desgastes en el

hombro por el tipo de movimiento que se hace y la fuerza que aplica el operario al darle manivela.

En investigaciones y trabajos realizados sobre este problema se encontró que existe una gran variedad de gatos eléctricos, diferentes diseños y para diferente tipo de carga.

Debido a esta situación y para aprovecharlo para culminar nuestros estudios universitarios presentaremos una propuesta de mejora adicionándole a este gato una serie de componentes para transformarlo a eléctrico, en el momento este trabajo lo presentaremos en una simulación 3D en AUTODESK INVENTOR y así a futuro la empresa lo pueda implementar como una mejora.

Si este trabajo no se realiza se pueden presentar a futuro una serie de enfermedades que pueden llevar a aumentar el número de incapacidades, tales como desgaste en la parte del hombro, desgaste de muñeca y también se pierde más tiempo en cada operación que se preste a las motocicletas.

## **1.2 Formulación**

¿Con la simulación en 3D el rediseño del gato mecánico para motocicletas tipo enduro se optimizará el tiempo en el proceso de trabajo?

## 2. Justificación

El presente proyecto tiene como propósito principal, simular en 3D una herramienta de trabajo que en este caso es un gato mecánico que se va a modificar de mecánico a eléctrico.

Su importancia radica en que permitirá a la empresa tener una herramienta que no existe en el mercado de las motocicletas y evitará incapacidades por accidentes de trabajo.

Si se quiere mejorar la calidad del empleado en el centro de servicios , es necesario que el empleado interactúe cada vez más con la motocicleta sin arriesgar su integridad física y esto solo es posible en la actualidad mediante el desarrollo de una propuesta ágil, económica y oportuna, que solucione la falta de un sistema electrónico que garantice el acceso, flexibilidad, facilidad y seguridad durante la manipulación de las partes de la motocicleta utilizados durante la práctica en el taller mediante la utilización de un sistema de elevación con un gato eléctrico.

Para la demanda creciente en el mercado de las motocicletas será un impacto positivo ya que por ser motocicletas gama alta los clientes son más exigentes y este gato eléctrico dará mejor presentación y modernización al centro de servicio.

### **3. Objetivos**

#### **3.1 General**

Simular en 3D (AUTODESK INVENTOR) un gato mecánico para motocicletas tipo enduro en el centro de servicios Dimerca s.a. (macrocentro) que permita mejorar las condiciones de trabajo.

#### **3.2 Específicos**

Calcular las capacidades de trabajo del gato, los acoples y sus rangos de seguridad para determinar qué tipos de motos soportara el gato.

Seleccionar el programa más adecuado para la simulación de este trabajo.

Diseñar las piezas requeridas en el programa inventor que permita simular el ensamble de las piezas.

Investigar tipos de controles eléctricos y motores para adquirir el más adecuado.

Ensamblar la parte mecánica con la parte eléctrica para verificar su funcionamiento y hacer los respectivos ajustes.

Elaborar un manual para la operación y el respectivo mantenimiento periódico.

#### 4. Marco teórico

Utilizando el gato mecánico que se tiene en la empresa, el cual esta ensamblado por dos bases metálicas: inferior que se fija a la superficie, superior en donde van los acoples donde se monta la motocicleta, las bases de la mitad tienen dos soportes en tipo de x sujetados con un pasador, debajo la parte superior tiene un tornillo largo con una rosca tipo cuadrada el que al girarlo se encarga de subir y bajar el gato.

La propuesta que se tiene es convertirlo en eléctrico sujetándole un motor en la base inferior que engrane con el tornillo de rosca sin fin, este lleva cables positivo y negativo que van conectados a 110 vac, luego va el tipo de control donde tendrá cuatro interruptores el primero para encender el motor, el segundo para iniciar subida del motor, tercero para iniciar bajada del motor y un cuarto como stop o emergencia del motor, se pegará a la plataforma con tuercas y tornillos.

El gato mecánico es una máquina empleada para la elevación de cargas mediante el accionamiento manual de una manivela o una palanca, eleva los vehículos de manera que se pueda realizar su mantenimiento con poco esfuerzo físico



*Figura 1.* Gato mecánico Dimerca S.A (Macrocentro)  
Fuente: Foto tomada por Juan Carlos Bolívar Cárdenas

Se diferencian dos tipos de gatos, según su principio de funcionamiento: gatos mecánicos y gatos hidráulicos.

Los acoples son elementos de una máquina que sirven para prolongar líneas de transmisión de ejes o conectar tramos de diferentes ejes, en planos diferentes o con dirección paralela, para transmitir energía, la característica de un acople: unir dos piezas, por lo general se clasifican en tres tipos: rígidos, flexibles y especiales o articulados.

Las motocicletas son vehículos de dos ruedas y manubrio, que tiene capacidad para una o dos personas, existen de doble propósito, Turismo deportivo, Cross, Enduro, Trial, Chopper y scooter.

El riesgo laboral es un riesgo existente en el área de la salud que puede resultar en una enfermedad laboral o en un accidente laboral.

#### **4.1 Sistema Eléctrico**

Está compuesto de elementos de control y elementos de potencia o actuadores. Los controles eléctricos son usados industrialmente para máquinas o equipos, los cuales realizan un determinado trabajo y permiten el control de la energía eléctrica, para facilitar labores de producción o mantenimiento.

**4.1.1 Motor eléctrico:** Tiene un actuador eléctrico como el motor, el cual es una máquina que transforma una energía en movimiento, el motor eléctrico es un dispositivo que transforma la energía eléctrica en energía mecánica por medio de la acción de los campos magnéticos generados en sus bobinas. Son máquinas eléctricas rotatorias compuestas por un estator y un rotor.

Algunos de los motores eléctricos son reversibles, ya que pueden transformar energía mecánica en energía eléctrica funcionando como generadores o dinamo. Los motores eléctricos de tracción usados en locomotoras o en automóviles híbridos realizan a menudo ambas tareas, si se diseñan adecuadamente.

Son utilizados en infinidad de sectores tales como instalaciones industriales, comerciales y particulares. Su uso está generalizado en ventiladores, vibradores para teléfonos móviles, bombas, medios de transporte eléctricos, electrodomésticos, esmeriles angulares y otras herramientas eléctricas, unidades de disco, etc. Los motores eléctricos pueden ser impulsados por fuentes de corriente continua (CC), y por fuentes de corriente alterna(AC).

La corriente directa o corriente continua proviene de las baterías, los paneles solares, dínamos, fuentes de alimentación instaladas en el interior de los aparatos que operan con estos motores y con rectificadores. La corriente alterna puede tomarse para su uso en motores eléctricos bien sea directamente de la red eléctrica, alternadores de las plantas eléctricas de emergencia y otras fuentes de corriente alterna bifásica o trifásica como los inversores de potencia.

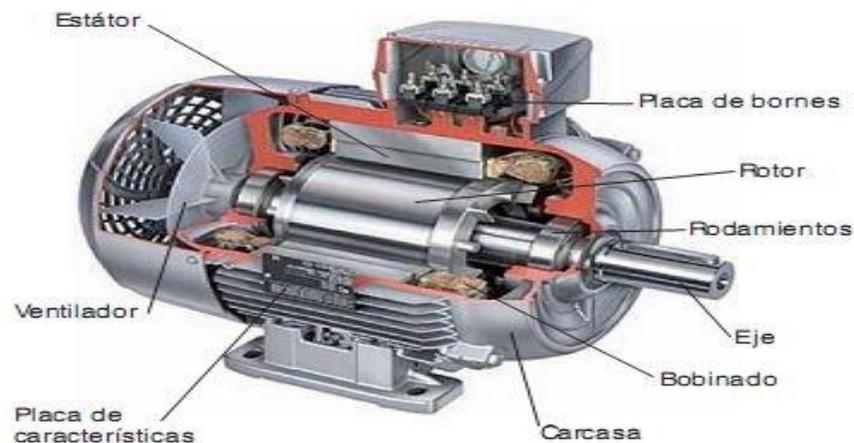
Los pequeños motores se pueden encontrar hasta en relojes eléctricos. Los motores de uso general con dimensiones y características más estandarizadas proporcionan la potencia adecuada al uso industrial. Los motores eléctricos más grandes se usan para propulsión de trenes, compresores y aplicaciones de bombeo con potencias que alcanzan 100 megavatios. Estos motores pueden ser clasificados por el tipo de fuente de energía eléctrica, construcción interna, aplicación, tipo de salida de movimiento, etcétera.

Se pueden construir de cualquier tamaño y forma, siempre que el voltaje lo permita, tienen un par de giro elevado y, según el tipo de motor, prácticamente constante, su rendimiento es muy elevado (típicamente en torno al 75 %, aumentando a medida que se incrementa la potencia de la máquina).

Este tipo de motores no emite contaminantes, aunque en la generación de energía eléctrica de la mayoría de las redes de suministro, sí se emiten contaminantes, en general no necesitan de refrigeración ni ventilación externa, están autoventilados, no necesitan de cajas de cambios de más de una velocidad. Para efectuar el cambio de sentido de giro de los motores eléctricos de corriente alterna se siguen unos simples pasos tales como:

Para motores monofásicos únicamente es necesario invertir las terminales del devanado de arranque, esto se puede realizar manualmente o con relés conmutadores, para motores trifásicos únicamente es necesario invertir dos de las conexiones de alimentación correspondientes a dos fases de acuerdo a la secuencia de trifásica.

Para la regulación de velocidad se tienen motores síncronos trifásicos y existen dos formas de poder variar la velocidad, una es variando la frecuencia mediante un equipo electrónico especial y la otra es variando la polaridad gracias al diseño del motor. Esto último es posible en los motores de devanado separado o los motores de conexión, pero sólo es posible tener un cambio de polaridad limitado, por ejemplo, de dos y cuatro polos.



*Figura 2.*Partes de un motor

Fuente: <https://www.sites.google.com/site/279motoreselectricos/partes-fundamentales-de-un-motor-electrico>

**4.1.2 Pulsadores:** Un botón o pulsador es un dispositivo utilizado para realizar cierta función. Los botones son de diversas formas y tamaños y se encuentran en todo tipo de dispositivos, aunque principalmente en aparatos eléctricos y electrónicos. Los botones son por lo general activados, al ser pulsados con un dedo. Permiten el flujo de corriente mientras son accionados. Cuando ya no se presiona sobre él vuelve a su posición de reposo. Puede ser un contacto normalmente abierto en reposo NA o NO (Normally Open en Inglés), o con un contacto normalmente cerrado en reposo NC. Consta del botón pulsador; una lámina conductora que establece contacto con los dos terminales al oprimir el botón, y un muelle que hace recobrar a la lámina su posición primitiva al cesar la presión sobre el botón pulsador. Se tienen diferentes tipos de pulsadores: (a) Basculante. (b) Pulsador timbre. (c) Con señalizador. (d) Circular. (e) Extraplano.

El botón de un dispositivo electrónico funciona por lo general como un interruptor eléctrico, es decir en su interior tiene dos contactos, al ser pulsado uno, se activará la función inversa de la que en ese momento este realizando, si es un dispositivo NA (normalmente abierto) será cerrado, si es un dispositivo NC (normalmente cerrado) será abierto. El "botón" se ha utilizado en calculadoras, teléfonos, electrodomésticos, y varios otros dispositivos mecánicos y electrónicos, del hogar y comerciales. En las aplicaciones industriales y comerciales, los botones pueden ser unidos entre sí por una articulación mecánica para que el acto de pulsar un botón haga que el otro botón se deje de presionar. De esta manera, un botón de parada puede "forzar" un botón de inicio para ser liberado. Este método de unión se utiliza en simples operaciones manuales en las que la máquina o proceso no tienen circuitos eléctricos para el control.

Hay que tener en cuenta, a la hora de diseñar circuitos electrónicos, que la excesiva acumulación de botones, puede confundir al usuario, por lo que se tenderá a su uso más imprescindible, también existen "botones virtuales", cuyo funcionamiento debe ser igual al de los "físicos"; aunque su uso queda restringido para pantallas táctiles o gobernadas por otros dispositivos electrónicos.

Los botones utilizan a menudo un código de colores para asociarlos con su función de manera que el operador no vaya a pulsar el botón equivocado por error. Los colores comúnmente utilizados son: el color rojo para detener la máquina o proceso, y el verde para arrancar la máquina o proceso.



*Figura 3.* Pulsadores de 22 mm

Fuente:

[http://www.promelsa.com.pe/productos\\_list.asp?id\\_linea=008&id\\_sublinea=3&id\\_familia=01&saldos=&pm\\_list=L](http://www.promelsa.com.pe/productos_list.asp?id_linea=008&id_sublinea=3&id_familia=01&saldos=&pm_list=L)

**4.1.3 Contactores:** Un contactor es un componente electromecánico que tiene por objetivo establecer o interrumpir el paso de corriente, ya sea en el circuito de potencia o en el circuito de mando, tan pronto se dé tensión a la bobina (en el caso de contactores instantáneos). Un contactor es un dispositivo con capacidad de cortar la corriente eléctrica de un receptor o instalación, con la posibilidad de ser accionado a distancia, que tiene dos posiciones de funcionamiento: una estable o de reposo, cuando no recibe acción alguna por parte del circuito de mando, y otra inestable, cuando actúa dicha acción. Este tipo de funcionamiento se llama de "todo o nada". En los esquemas eléctricos, su simbología se establece con las letras KM seguidas de un número de orden. (Motores, 2016)

Aunque constructivamente son similares a los relés, y ambos permiten controlar en forma manual o automática, ya sea localmente o a distancia toda clase de circuitos. Pero se diferencian por la misión que cumple cada uno: los relés controlan corrientes de bajo valor como las de circuitos de alarmas visuales o sonoras, alimentación de contactores, etc. los contactores se

utilizan como interruptores electromagnéticos en la conexión y desconexión de circuitos de iluminación y fuerza motriz de elevada tensión y potencia.

Los contactos principales se conectan al circuito que se quiere gobernar. Asegurando el establecimiento y cortes de las corrientes principales y según el número de vías de paso de corriente podrá ser bipolar, tripolar, tetra polar, etc. realizándose las maniobras simultáneamente en todas las vías.

Los contactos auxiliares son de dos clases: abiertos, NA, y cerrados, NC. Estos forman parte del circuito auxiliar del contactor y aseguran las auto alimentaciones, los mandos, enclavamientos de contactos y señalizaciones en los equipos de automatismo.

Cuando la bobina del contactor queda excitada por la circulación de la corriente, esta mueve el núcleo en su interior y arrastra los contactos principales y auxiliares, estableciendo a través de los polos, el circuito entre la red y el receptor. Este arrastre o desplazamiento puede ser por rotación, pivote sobre su eje, por traslación, deslizándose paralelamente a las partes fijas o combinación de movimientos, rotación y traslación.

Cuando la bobina deja de ser alimentada, abre los contactos por efecto del resorte de presión de los polos y del resorte de retorno de la armadura móvil. Si se debe gobernar desde diferentes puntos, los pulsadores de marcha se conectan en paralelo y el de parada en serie.

Por su construcción, los contactores se clasifican:

Contactores electromagnéticos. Se accionan a través de un electroimán.

Contactores electromecánicos. Se accionan por un servomotor que carga un alambre espiral de cobre enrollado sobre un núcleo metálico, en general cuadrado con un dispositivo que actúa como interruptor alojado en el centro de éste.

Contactores neumáticos. Se accionan por la presión de aire.

Contactores hidráulicos. Se accionan por la presión de aceite.

Contactores estáticos. Se construyen a base de tiristores. Presentan algunos inconvenientes: su dimensionamiento debe ser muy superior a lo necesario, la potencia disipada es muy grande, son muy sensibles a los parásitos internos y tiene una corriente de fuga importante. Además, su costo es muy superior al de un contactor electromecánico equivalente.

**4.1.4 Caja de circuito eléctrico:** Una caja de conexión, caja de junción, caja de derivación, caja de empalmes o caja eléctrica es un contenedor de conexiones eléctricas, por lo general destinada a ocultarlas de la vista y desalentar la manipulación. Una pequeña caja de conexiones de metal o de plástico puede formar parte de un conducto eléctrico o cable con funda termoplástica (TPS) del sistema en un edificio. Si está diseñada para su montaje en superficie, se utiliza sobre todo en techos, debajo de los pisos u oculto detrás de un panel de acceso - sobre todo en edificios residenciales o comerciales. Un tipo apropiado puede ser cubierto de yeso en una pared (aunque la ocultación completa ya no está permitida por los códigos y estándares modernos) o echado en hormigón - sólo con la cubierta visible.

De forma similar, un contenedor o caja montado en la pared utilizado principalmente para contener interruptores, bases de enchufes y el cableado de conexión asociado se denomina empotrable, caja empotrable o caja de mecanismo.

El término caja de conexiones también puede ser usada para un artículo más grande, tal como una pieza de mobiliario urbano. En el Reino Unido, estos artículos son a menudo llamados un gabinete.

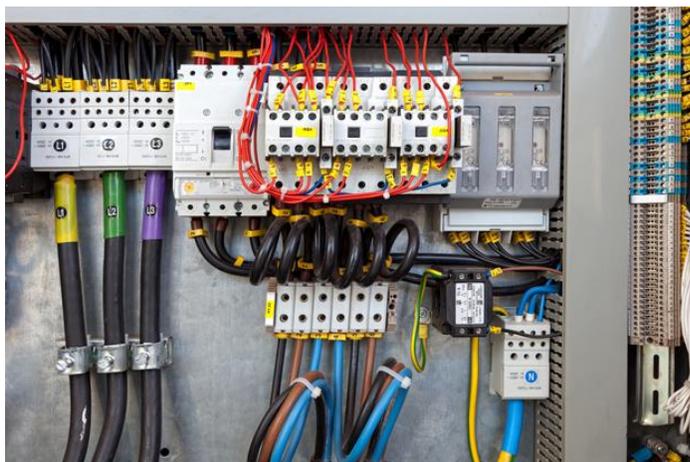


Figura 4. Tabla de control

Fuente: Tomada de <https://www.ro-des.com/blog/tipos-de-motores-y-sus-caracteristicas>

Las cajas de conexiones forman una parte integral de un sistema de protección de los circuitos, donde se debe suministrar integridad del circuito, como ocurre en la iluminación de emergencia o líneas de energía de emergencia. En una instalación de este tipo, la prueba de fuego alrededor de los cables de entrada o salida también debe extenderse a la caja de conexiones para evitar cortocircuitos dentro de la caja durante un incendio accidental.

La caja general de protección o CGP es una caja de material aislante que aloja en su interior los elementos de protección de las líneas generales de alimentación de una instalación eléctrica. La CGP conecta los puntos de consumo eléctrico o clientes a la red de la empresa distribuidora, normalmente en baja tensión.

Además de realizar físicamente la conexión, delimita la propiedad y responsabilidad entre la empresa distribuidora y el cliente, y contiene fusibles para evitar que averías en la red interior de estos se extiendan a la red de la distribuidora y, por tanto, que afecten a otros clientes.

Se instalan preferentemente fuera de los edificios y en la zona más próxima a la red distribuidora, en lugares de libre y permanente acceso. Cuando la fachada no linde con la vía

pública, la caja general de protección se situará en el límite entre las propiedades públicas y privadas.

Cuando la acometida (red de la empresa distribuidora) sea aérea, podrá instalarse en montaje superficial, la instalación aérea se hará a una altura de entre 3 y 4 m del suelo. Cuando la acometida sea subterránea se instalará en el interior de un habitáculo en pared, que se cerrará con una puerta preferentemente metálica. La parte inferior de la puerta se encontrará a un mínimo de 3 dm del suelo.

Las cajas a utilizar serán según las normas UNE correspondientes y dentro de las mismas se instalarán fusibles en todos los conductores de fase, calibrados según la corriente de corto circuito prevista en el punto de consumo, el neutro estará formado por una conexión amovible situada a la izquierda de las fases y dispondrá también de un borne para su conexión a tierra si procede.

Las Cajas Generales de Protección se recomienda que sean de la Clase II (doble aislamiento o aislamiento reforzado)

## 4.2 COMPONENTES MECANICOS

**4.2.1 Tornillo sin fin:** Cada vez que el tornillo sin fin da una vuelta completa, el engranaje avanza un número de dientes igual al número de entradas del sinfín. El tornillo sin fin puede ser un mecanismo irreversible o no, dependiendo del ángulo de la hélice, junto a otros factores. La velocidad de giro del eje conducido depende del número de entradas del tornillo y del número de dientes de la rueda. Se puede entender el número de entradas del tornillo como el número de hélices simples que lo forman. En la práctica la mayoría de tornillos son de una sola entrada, por lo que cada vez que éste dé una vuelta, el engranaje avanza un sólo diente.

La expresión por la que se rige este mecanismo es similar a la de las ruedas dentadas teniendo en cuenta el número de entradas del tornillo como elemento motor en este caso:

Donde:

- $n$ = número de vueltas.
- $Z$ = número de dientes de la rueda conducida.
- $e$ = número de entradas del tornillo sin fin.

Teniendo en cuenta que  $he$  siempre es mucho menor que  $Z$ , la relación de transmisión siempre será menor por lo que actuará como un reductor de velocidad. En el caso habitual de una sola entrada ( $e=1$ ), el tornillo sin fin se hace equivalente a un engranaje que tuviese un sólo diente, siendo la relación de reducción directamente igual al número de dientes del engranaje.

Al contrario que en los sistemas de piñón y cremallera, en general (salvo casos especiales) la dirección de la transmisión del movimiento entre los dos ejes no es reversible, especialmente cuando se usan coeficientes de reducción grande con tornillos de una sola espiral: es el tornillo el que hace girar al engranaje, y no al revés. Esto es debido a que la espiral del tornillo es notablemente perpendicular a los dientes de la rueda, dando un momento de giro prácticamente nulo cuando se intenta hacerla girar. Se trata de una ventaja considerable cuando se desea eliminar cualquier posibilidad de que los movimientos de la rueda se transmitan al tornillo. En cambio, en los tornillos de espirales múltiples, este efecto se reduce considerablemente, debiéndose tener en cuenta la reducción del efecto de frenado, hasta el punto de que el engranaje puede ser capaz de hacer girar al tornillo.

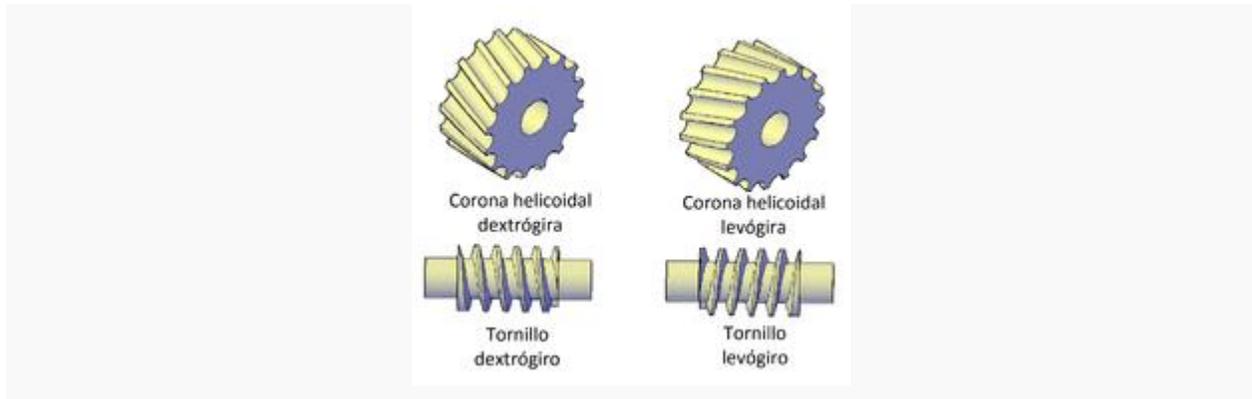


Figura 5. Tornillo sin fin.

Fuente: [https://es.wikipedia.org/wiki/Tornillo\\_sin\\_fin](https://es.wikipedia.org/wiki/Tornillo_sin_fin)

Un sin fin dextrógiro es aquel en que las espirales del tornillo se inclinan hacia su lado izquierdo cuando se observa con su eje en posición horizontal, coincidiendo con los criterios habituales usados en física y en mecánica. Dos engranajes helicoidales externos que operen sobre ejes paralelos deben ser de la mano contraria. En cambio, un tornillo helicoidal y su piñón deben ser de la misma mano. Un sin fin levógiro es aquel en que las espirales del tornillo se inclinan hacia su lado derecho cuando se observa con su eje en posición horizontal.

El tornillo sin fin es un mecanismo de transmisión circular compuesto por dos elementos: el tornillo (sinfín), que actúa como elemento de entrada (o motriz) y la rueda dentada, que actúa como elemento de salida (o conducido) y que algunos autores llaman corona. La rosca del tornillo engrana con los dientes de la rueda de modo que los ejes de transmisión de ambos son perpendiculares

El funcionamiento es muy simple: por cada vuelta del tornillo, el engranaje gira un solo diente o lo que es lo mismo, para que la rueda dé una vuelta completa, es necesario que el tornillo gire tantas veces como dientes tiene el engranaje. Se puede deducir de todo ello que el sistema posee una relación de transmisión muy baja, o lo que es lo mismo, es un excelente reductor de velocidad y, por lo tanto, posee elevada ganancia mecánica. Además de esto, posee otra gran ventaja, y es el reducido espacio que ocupa.

El tornillo es considerado una rueda dentada con un solo diente que ha sido tallado helicoidalmente (en forma de hélice). A partir de esta idea, se puede deducir la expresión que calcula la relación de transmisión



*Figura 6.* Tornillo sin fin

Fuente: [https://es.wikipedia.org/wiki/Tornillo\\_sin\\_fin](https://es.wikipedia.org/wiki/Tornillo_sin_fin)

**4.2.2 Acoples:** Los Acoples flexibles Intermec ® tipo de cadena constan de dos piñones con dientes endurecidos y tallados especialmente para permitir buen des alineamiento angular y paralelo.



*Figura 7.* Cadenilla

Fuente: <http://www.intermec.com.co/acoples.php>

Una cadena estándar doble, también endurecida, sirve de elemento de unión convirtiéndolo en un acople ideal para transmitir alto torque a medias y bajas velocidades. Provistos de carcasa de aluminio para lubricación con grasa fluida, ofrecen mayor resistencia y duración.

Los acoples INTERFLEX® constan de dos manzanas de “mandíbulas” curvas que encajan con una “estrella” de poliuretano de por medio. Esta geometría le sirve para admitir buen desalineamiento angular y también transmitir con suavidad mayor torsión. El diseño ha sido el estándar en Europa y muchos otros países alrededor del mundo.



*Figura 8. Acople de torsión*

Fuente: <http://www.intermec.com.co/acoples.php>

Los acoples de torsión INTERFLEX® son altamente confiables para transmitir potencia en todo tipo de motores eléctricos o de combustión interna y se aplican comúnmente en bombas, cajas reductoras de velocidad, compresores, ventiladores, mezcladores, transportadores, generadores etc.

Los acoplamientos tienen por función prolongar líneas de transmisión de ejes o conectar tramos de diferentes ejes, estén o no alineados entre sí. Si dos ejes se pudieran alinear perfectamente, podrían ser conectados con dos cubos con bridas o pernos. Una vez realizado se tiene la seguridad que ninguna de las dos máquinas se moverá sobre la cimentación y que ésta no se asentará. Es un hecho real que siempre habrá alguna desalineación entre un eje impulsor y un

eje impulsado, por lo cual deben ocuparse “acoplamiento flexibles”. Es decir, el propósito fundamental de los acoplamiento flexibles es transmitir el par de torsión requerido desde el eje impulsor al impulsado y compensar el desalineamiento angular, paralelo o una combinación de ambos, con numerosas funciones complementarias como proporcionar desplazamiento axial y así mismo restringirlo. Tal vez los acoplamiento flexibles son las partes peor tratadas de cualquier maquinaria, tanto por lo que respecta al tiempo de selección como al de instalación. A través de una apropiada selección del acoplamiento y de un buen procedimiento de alineación pueden evitarse altos costos de mantenimiento y pérdida de tiempo en la producción.

Diferentes tipos de acoples pueden absorber diversas faltas de alineación, la selección de aquel que absorba la desalineación mayor no siempre es la mejor elección; ya que a veces se produce una desalineación mayor por una reducción en la potencia transmitida o una reducción en la vida útil de los acoplamiento. Los catálogos de los fabricantes enumeran información de diseño del cual se podrá elegir el acoplamiento más apropiado y por lo común desalineación máxima para cada uno, la desalineación puede cambiar por varias razones: el asentamiento de la de la cimentación, el desgaste de los cojinetes y las distorsiones provocadas por vibración y cambios en la temperatura, etc.

Básicamente los acoplamiento se clasifican en dos tipos, los rígidos y los flexibles:

**Acoplamiento rígidos:** Los acoplamiento rígidos se diseñan para unir dos ejes en forma apretada de manera que no sea posible que se genere movimiento relativo entre ellos. Este diseño es deseable para ciertos tipos de equipos en los cuales se requiere una alineación precisa de dos ejes que puede lograrse; en tales casos el acople debe diseñarse de tal forma que sea capaz de transmitir el torque en los ejes. Los acoplamiento rígidos deben emplearse solo cuando la alineación de los dos ejes puede mantenerse con mucha precisión, no solo en elemento en que se instalan, sino también durante la operación de las máquinas. Si surge desalineación angular, radial o axial significativa, aquellas tensiones que son difíciles de predecir y pueden conducir a una falla temprana del eje debida a fatiga pueden ser inducidas sobre los ejes.

Acoplamiento flexible: Los acoplamientos flexibles son diseñados de tal manera que sean capaces de transmitir torque con suavidad, en tanto permiten cierta desalineación axial, radial o angular. Dependiendo del método utilizado para absorber la desalineación, los acoplamientos flexibles pueden dividirse en: 1.- Acoplamientos de elementos deslizantes. 2.- Acoplamientos de elementos flexionantes. 3.- Combinación de acoplamientos deslizantes y flexionantes

Acoplamiento de elementos deslizantes Estos tipos de acoplamientos absorben la desalineación o por deslizamiento entre dos o más de sus componentes. Este deslizamiento y las fuerzas generadas por el momento de torsión transmitido generan desgaste. Para dar lugar a una vida adecuada, estos acoplamientos se lubrican o se emplean elementos hechos de plástico de baja fricción. Los acoplamientos de este tipo tienen dos mitades en virtud de que cada par deslizante de elementos puede absorber solo desalineación angular; se necesitan dos de estos pares para acomodar la desalineación paralela. Se puede comprender mejor este hecho si se supone que cada par de elementos deslizante es una junta articulada. Estos acoplamientos se subdividen en:

- Acoplamiento del tipo de engranaje Estos acoplamientos constituyen el diseño más universal; pueden fabricarse casi para cualquier aplicación desde unos cuantos caballos de potencia hasta miles de ellos (desde menos de 1rev/m. hasta más de 20.000 rev/m).

Para una aplicación determinada un acoplamiento de engranaje suele ser más pequeño y más ligero que el de otro tipo. Estos acoplamientos pueden utilizarse en máquinas con árboles acoplados cerrados o para grandes separaciones entre los árboles conectados. Por otra parte requieren lubricación periódica (cada seis meses) debido a que el lubricante es sometido a grandes fuerzas centrífugas, son rígidos respecto a la tracción y son más caros que otros tipos de acoplamientos.

Un acoplamiento de engranaje para árboles acoplados cerrados tiene dos mitades unidas con tornillos cada mitad solo tiene tres componentes: Un cubo, un manguito y un sello. El cubo tiene un juego de dientes externos y se asemeja bastante a un piñón. El manguito tiene un juego de dientes internos para acoplar cortados en tal forma que, cuando se desliza sobre el cubo se tiene

un juego (marca muerta) entre los dientes que se engranan. El sello está instalado en una ranura maquinada en la placa extrema del manguito y sirve al doble propósito, de retenerse el lubricante y evitar la entrada de polvo o agua al acoplamiento. Los manguitos tienen también uno o dos accesorios o tapones para grasa.

Cuando existen grandes separaciones entre los árboles se introduce un espaciador entre los dos manguitos. Las bridas se conectan con ocho o más tornillos, y se instala un empaque de papel, o anillo, entre ellas para sellar la punta.

**Acoplamientos de cadena** Los acoplamientos de cadenas sobresalen por su sencillez. Todo lo que se necesita son dos ruedas dentadas y un trozo de cadena doble. Por lo general se utiliza a baja velocidades, excepto cuando se les agrega una cubierta especial, metálica o de plástico, para contener el lubricante de lo contrario sería expulsado por la acción de las fuerzas centrífugas. Este tipo se utiliza en aplicaciones acopladas cerradas.

**Acoplamiento de rejilla de acero** Este tipo de acoplamiento es semejante, en muchos aspectos al de engranaje. Tiene dos cubos con dientes externos, pero con un perfil especial. En vez de manguitos con dientes internos tiene una rejilla de acero que pasa por todos los dientes. Debido a que la rejilla se flexiona un poco bajo la acción del momento de torsión, este tipo es menos rígido respecto a la torsión que el de engranaje.

**Acoplamientos de elementos flexionantes.** Estos acoplamientos absorben la desalineación por la flexión de uno o más de sus componentes. Con el tiempo esta flexión puede hacer que falle el elemento el cual deberá remplazarse. Resulta evidente que cuanto menor sea la desalineación que deba absorber el acoplamiento, menor será la flexión que deben sufrir los elementos pudiendo así obtenerse un servicio más largo sin problemas.

Dependiendo del material utilizado del elemento flexionante, los acoplamientos se pueden dividir en dos tipos: • Con elemento metálico • Con elemento elastómero

Aquellos con elemento metálico sólo pueden absorber desalineación en cada punto de flexión. Para absorber desalineación paralela (no alineación), un acoplamiento necesita dos elementos flexionantes. Cuanto mayor sea la distancia entre los elementos mayores será la no alineación que pueda absorber el acoplamiento.

Aquellos con elemento elastómero, sólo pueden absorber la no alineación de uno de los elementos. Están diseñados para máquinas acopladas que estén próximas entre sí; sin embargo, si se utilizan con un buje especial para centrar, pueden aplicarse en los casos en que existen separaciones grandes entre ejes.

Acoplamientos con elementos metálicos. El elemento flexible no es de una sola pieza, se trata más bien de un paquete de muchos discos estampados, normalmente hechos con acero inoxidable. Los tamaños de un acoplamiento varían desde muy pequeñas hasta muy grandes. Con unas cuantas excepciones no se puede utilizar a altas velocidades. El paquete de discos múltiples ofrece la ventaja de un sistema redundante, y el acoplamiento puede funcionar incluso después de que han fallado uno o más discos. Sin embargo, el remplazar discos debe hacerse con el paquete como un todo, en vez de remplazar sólo los discos quebrados. Una desventaja de este tipo, es que toleran muy poco error en el espaciado axial de las máquinas. Por otra parte, esta desventaja se convierte en ventaja cuando se requiere un acoplamiento con flotación limitada en los extremos, como es el caso con los motores con cojinete de manguito, cuyo funcionamiento se apoya en su centrado magnético y no tienen cojinetes de empuje.

Acoplamiento con elemento elastómero. Existen muy pocos diseños que utilizan elementos elastómeros: en algunos se tiene caucho, con o sin pliegues, y en otros se tienen plásticos. Cada modelo posee sus ventajas y desventajas propias, muchas veces la disponibilidad en algunas zonas es particular (determina cual se utilizará). Se analizarán los tipos más populares.

**4.2.3 Bujes:** Un buje es el elemento de una máquina donde se apoya y gira un eje. Puede ser una simple pieza que sujeta un cilindro de metal o un conjunto muy elaborado de componentes que forman un punto de unión. Es un latinismo, deriva de *buxis* que significa caja. Se caracterizan por su construcción y sistema de giro.



Figura 9. Acople tipo araña.

Fuente: <http://agp.com.co/wordpress/bipex-acoples/>

### 4.3 AUTO DESK INVENTOR

Es un paquete de modelado de sólidos en 3D producido por la empresa de software Autodesk. Compite con otros programas de diseño asistido por computadora como Solid Works, Pro/ENGINEER, CATIA y Solid Edge. Entró en el mercado en 1999, muchos años después que los antes mencionados y se agregó a las Series de Diseño Mecánico de Autodesk como una respuesta de la empresa a la creciente migración de su base de clientes de diseño mecánico en dos dimensiones hacia la competencia, permitiendo que los computadoras personales ordinarias puedan construir y probar montajes de modelos extensos y complejos.

Autodesk Inventor se basa en técnicas de modelado paramétrico. Los usuarios comienzan diseñando *piezas* que se pueden combinar en *ensamblajes*. Corrigiendo piezas y ensamblajes pueden obtenerse diversas variantes. Como modelador paramétrico, no debe ser confundido con los programas tradicionales de CAD. Inventor se utiliza en diseño de ingeniería para producir y perfeccionar productos nuevos, mientras que en programas como Autocad se conducen solo las dimensiones. Un modelador paramétrico permite modelar la geometría, dimensión y material de manera que si se alteran las dimensiones, la geometría actualiza automáticamente basándose en las nuevas dimensiones. Esto permite que el diseñador almacene sus conocimientos de cálculo dentro del modelo, a diferencia del modelado no paramétrico, que está más relacionado con un “tablero de bocetos digitales”. Inventor también tiene herramientas para la creación de piezas metálicas.

Los bloques de construcción cruciales de Inventor son las piezas. Se crean definiendo las características, que a su vez se basan en bocetos (dibujos en 2D). Por ejemplo, para hacer un cubo simple, un usuario primero haría un boceto con forma de cuadrado y después utilizaría la herramienta extrusión para levantar el cuadrado y darle volumen, convirtiéndolo en el cubo. Si un usuario desea entonces agregar un eje que salga del cubo, podría agregar un boceto en la cara deseada, dibujar un círculo y después extruir para crear un eje. También pueden utilizarse los planos de trabajo para producir los bocetos que se pueden compensar de los planos útiles de la partición. La ventaja de este diseño es que todos los bocetos y las características se pueden corregir más adelante, sin tener que hacer de nuevo la partición entera. Este sistema de modelado es mucho más intuitivo que en ambientes antiguos de modelado, en los que para cambiar dimensiones básicas era necesario generalmente suprimir el archivo entero y comenzar de cero.

Como parte final del proceso, las partes se conectan para hacer ensamblajes. Los ensamblajes pueden consistir en piezas u otros ensamblajes. Las piezas son ensambladas agregando restricciones entre las superficies, bordes, planos, puntos y ejes. Por ejemplo, si uno coloca un piñón sobre un eje, una restricción insertada podría agregarse al eje y el piñón haciendo que el centro del eje sea el centro del piñón. La distancia entre la superficie del piñón y del extremo del

eje se puede también especificar con la restricción insertada. Otras restricciones incluyen Coincidencia, nivelación, inserción, ángulo, tangente, transicional, movimiento, sistema de coordenadas de usuario.

Este método de modelado permite la creación de ensamblajes muy grandes y complejos, especialmente porque los sistemas de piezas pueden ser puestos juntos antes de que se ensamblen en el ensamblaje principal; algunos proyectos pueden tener muchos sub-ensamblajes parciales.

Inventor utiliza formatos específicos de archivo para las piezas (.IPT), ensamblajes (.IAM), vista del dibujo (.IDW y .DWG) y presentaciones (IPN), pero el formato del archivo de AutoCAD .DWG puede ser importado/exportado como boceto.

Las últimas versiones de Inventor incluyen funcionalidades que poseían muchos modeladores 3D de mediano y alto nivel. Utiliza el Gestor de Formas (*Shape Manager*) como su pernil de modelaje geométrico, el cual pertenece a Autodesk y fue derivado del kernel de modelaje ACIS. Además incluye, en la versión profesional, las herramientas necesarias para crear piezas de plástico y sus respectivos moldes de inyección. Cuenta también con análisis de tensiones por elementos finitos y análisis dinámicos. Creación y análisis de estructuras, piping y cableado, y las tecnologías iPart, iAssembly, iMates, iCopy, iLogic hacen que el diseño sea más rápido y eficiente. Su combinación con Autodesk Vault y Autodesk 360 la hacen líder en el mercado del diseño mecánico.

Los productos Autodesk Inventor son fáciles de aprender y utilizar, y constituyen una gama flexible de herramientas para diseño mecánico en 3D, productividad de CAD, comunicación de diseños, simulación de productos, sistemas en rutados y diseño de moldes. El software de CAD 3D Inventor le permite integrar los dibujos 2D de AutoCAD y los datos 3D en un modelo digital único, para crear una representación virtual del producto final con la que validar la forma, el ajuste y la función del producto antes de fabricarlo.

Al aumentar la con figurabilidad de las líneas de producto, reducir los plazos de entrega se ha convertido en imperativo de negocio clave para los fabricantes que ofrecen productos de ingeniería bajo pedido. El software Autodesk® Inventor® Engineer-to-Order (antes Autodesk® Intent™) ayuda a las firmas de fabricación a automatizar el proceso pedido y oferta directamente en el punto de venta, porque les proporciona herramientas sencillas para captar las normas de empresa y de ingeniería. Inventor Engineer-to-Order brinda una plataforma de desarrollo flexible para crear aplicaciones propias personalizadas, lo que permite a los equipos de ventas e ingeniería suministrar los productos en menos tiempo y con mayor rentabilidad.

Inventor Engineer-to-Order ayuda a las empresas con:

- Diseño más eficiente en menos tiempo y presupuestos más exactos para conseguir más trabajo
  
- Potentes herramientas de automatización de ventas para aumentar la eficiencia del canal
- Uso de reglas comunes para conectar a los equipos de ventas e ingeniería
- Optimización de los recursos de ventas e ingeniería.(Wikipedia, 2016)

## 5. Resultados del proyecto

En este programa podemos simular las cargas y los diferentes tipos de acoples donde podemos ensamblar la parte mecánica con la eléctrica, también tiene incorporado las formulas en el sistema las cuales se pueden utilizar para saber la fuerza que aplica el gato al subir la motocicleta

Se escogió este programa (inventor) ya que en el semestre cursado se está viendo esta materia como electiva y tenemos conocimiento y la guía del profesor que nos orienta de una forma técnica sobre el programa.

Para el diseño de partes se descarga el programa de simulación 3D Autodesk inventor

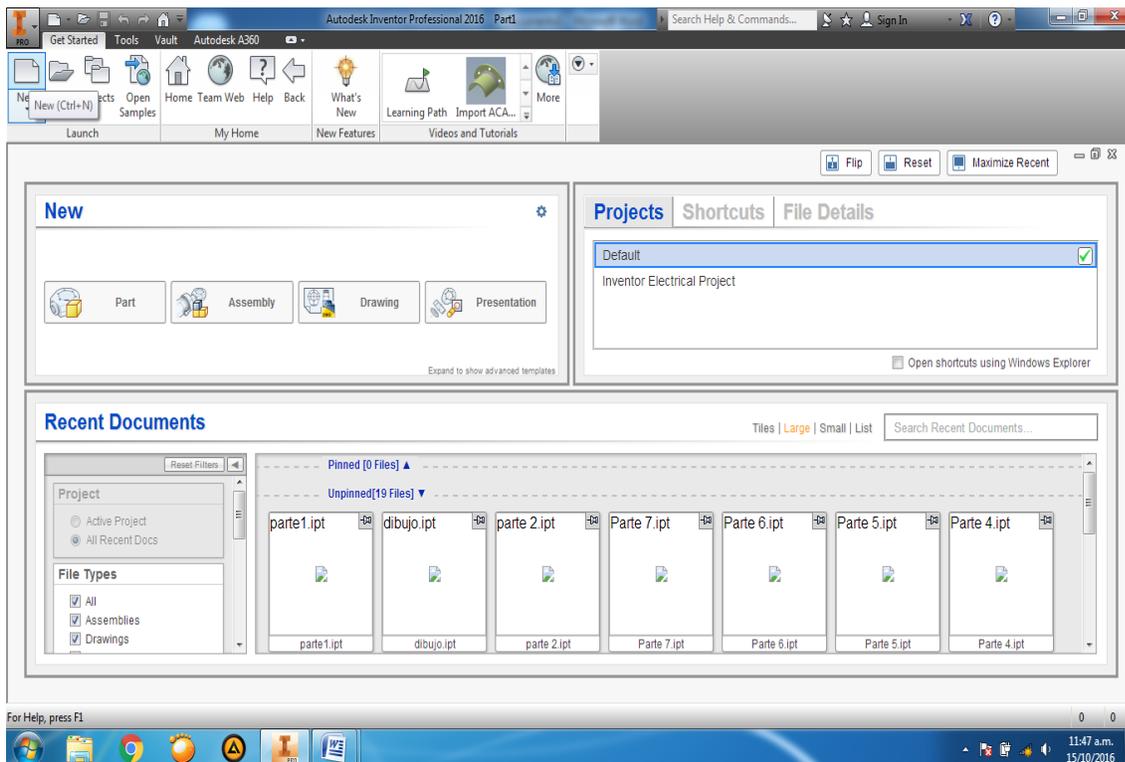


Figura 10. Portada programa inventor.

Fuente: Foto tomada por Jorge Enrique Bedoya



Seguidamente se selecciona start 2d se da un clic y muestra todos los ejes de los planos, en los que se puede trabajar se selecciona uno

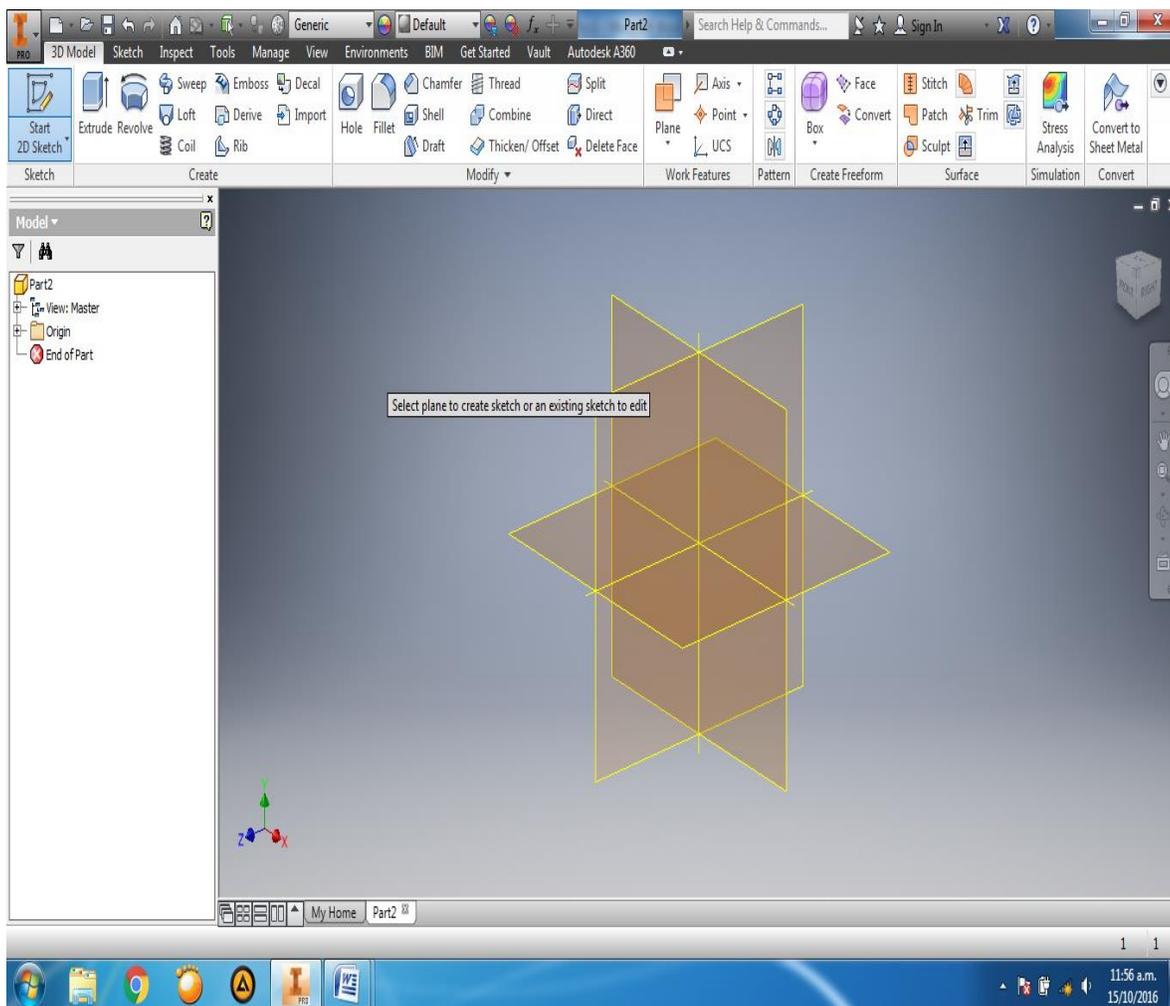


Figura 12. Selección de plano.  
Fuente: Foto tomada por Jorge Enrique Bedoya

## 5.1 Diseño Plataforma

Posteriormente se va a seleccionar el plano sobre el cual se va a trabajar este se debe de elegir de acuerdo a la vista principal del isométrico que se desea, en este plano se hace el isométrico en 2D dándole las medidas correspondientes.

Para el diseño de la plataforma superior e inferior se escoge el boceto de la plataforma del gato como se puede observar en la siguiente imagen, En la parte superior derecha de la barra de herramientas se finaliza el boceto (finish)

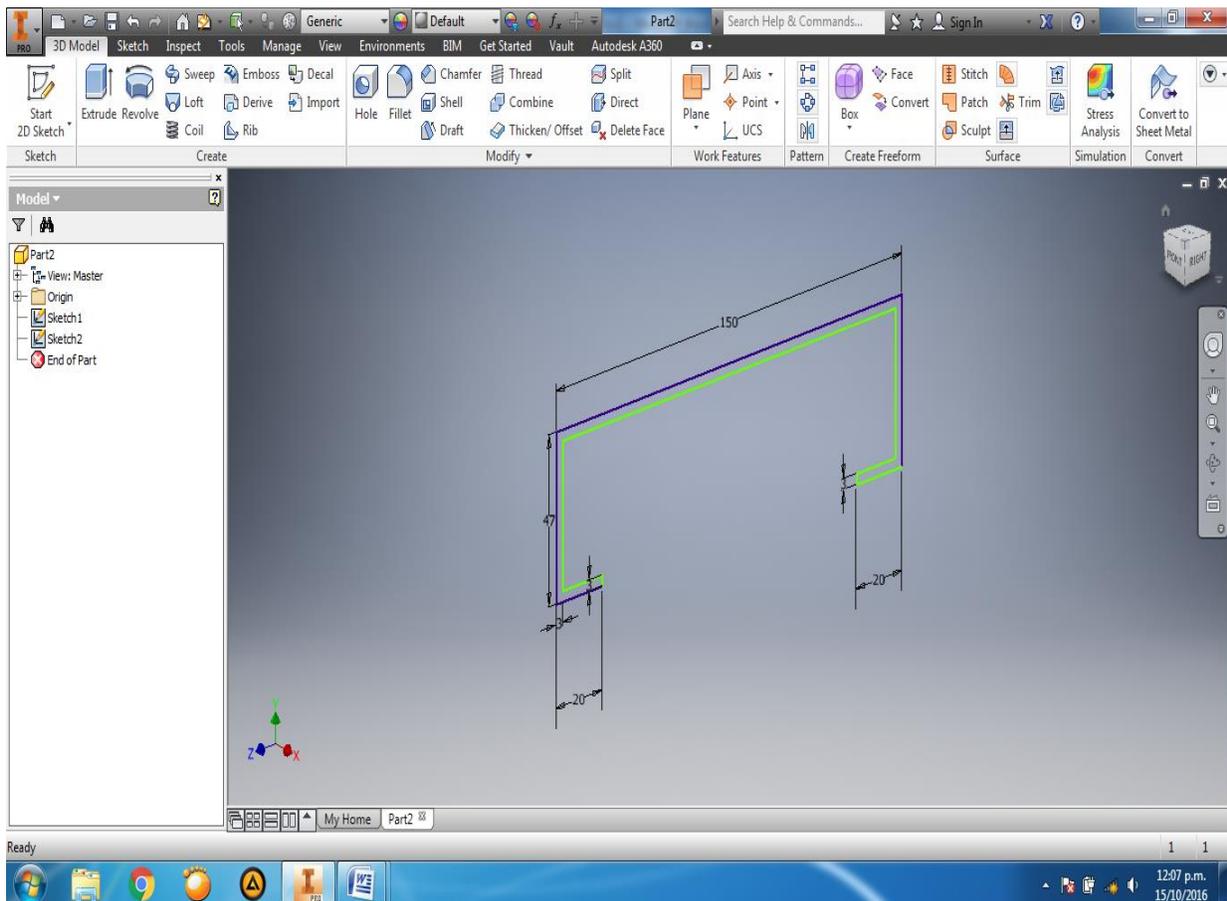


Figura 13. Isométrico 2D

Fuente: Foto tomada por Jorge Enrique Bedoya

En el otro costado de la barra de herramientas se selecciona extrudir (extrude), se le da la distancia con sus medidas correspondientes.

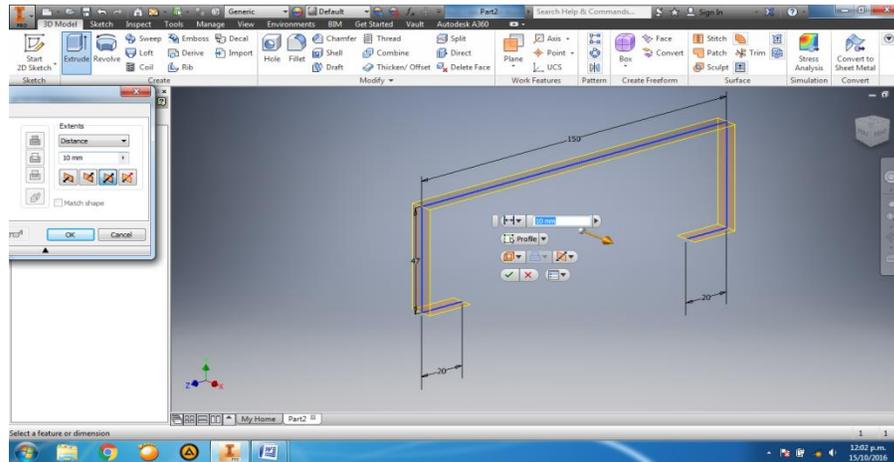


Figura 14. Isométrico extrucción 2D  
Fuente: Foto tomada por Jorge Enrique Bedoya

Después de que se le da estruir al isométrico con sus medidas podemos visualizar la plataforma.

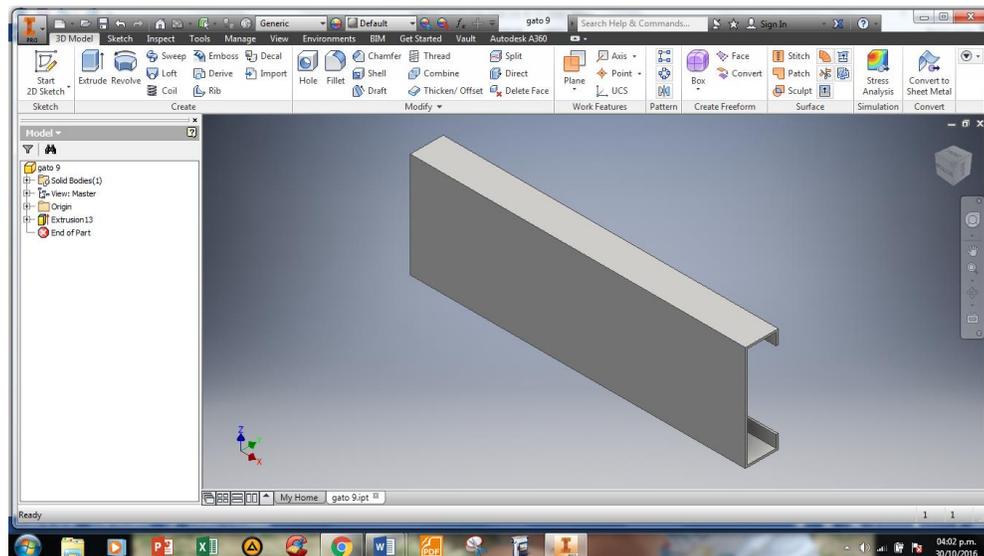


Figura 15. Plataforma superior.  
Fuente; Foto tomada por Jorge Enrique Bedoya

Sobre esta pieza en la opción nuevo de la barra de herramientas se selecciona start 2D y tocando la pieza se escoge una cara del isométrico y con la opción circle y con el tamaño requerido se dibujan los agujeros. Se para sobre la pieza en la parte donde se quiere perforar esta nos despliega un cuadro donde deja alinear o centrar el agujero en este caso se realiza de la forma (linear, el programa, muestra los puntos de referencia para darle las medidas donde va a quedar y el tamaño del orificio a esta pieza realizada. Esta plataforma lleva 7 agujeros en cada extremo como lo muestra la imagen, con la opción mirror del programa y seleccionando el plano de origen se pueden duplicar los agujeros para que queden los del otro extremo.

De esta pieza se necesitan dos, las cuales se llaman plataforma superior y inferior.

Imagen (plataforma con sus perforaciones)

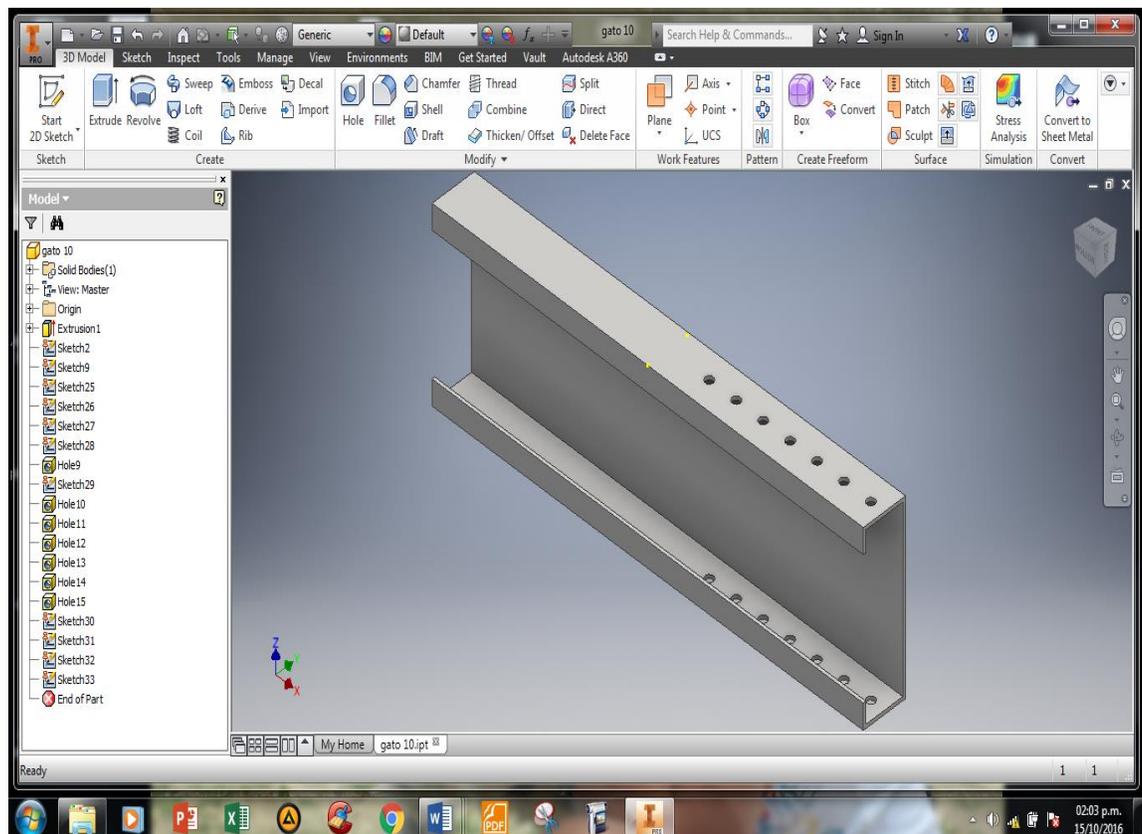


Figura 16. Plataforma inferior con agujeros.  
Fuente:Foto tomada por Jorge Enrique Bedoya

## 5.2 Diseño bujes

Para el diseño de los bujes, desde la barra de herramientas con la opción nuevo se selecciona el plano para trabajar, Realizando dos círculos con la opción circle y sus medidas correspondientes nuevamente finish se puede observar el isométrico en 2D.

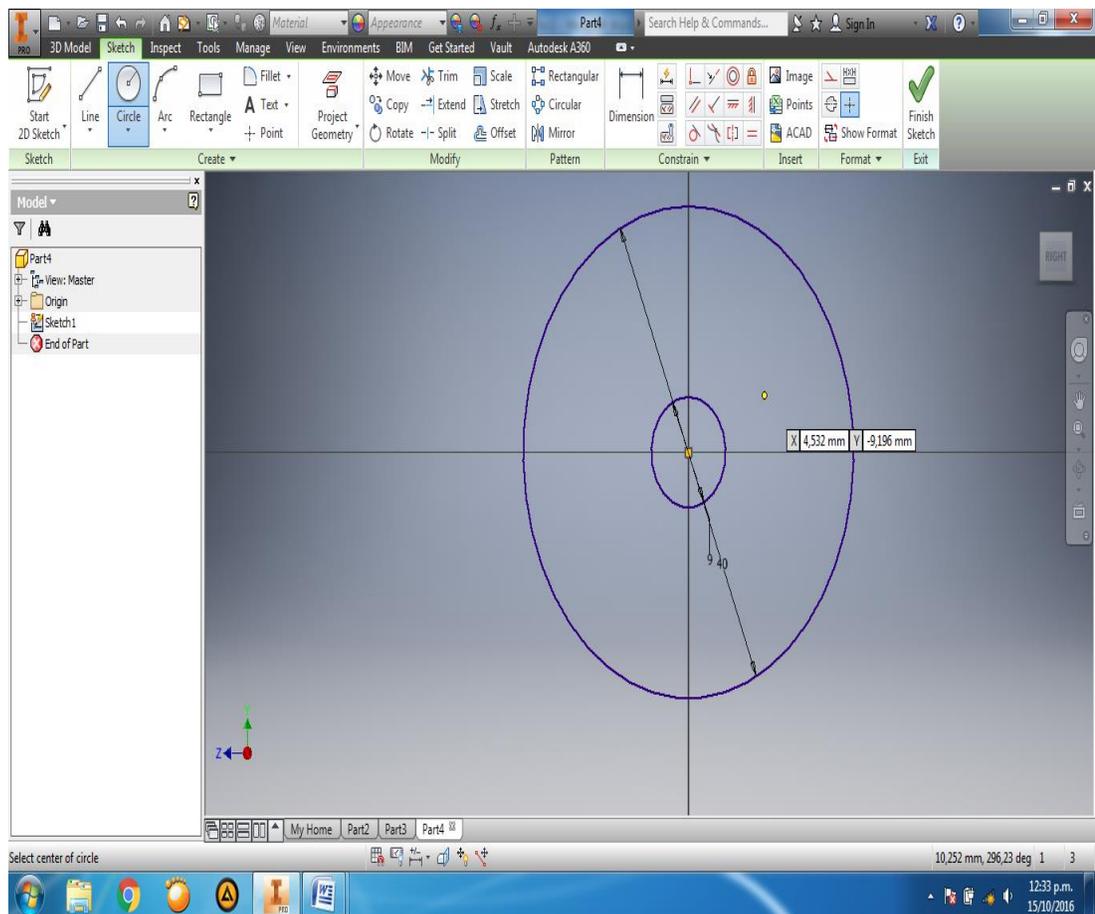
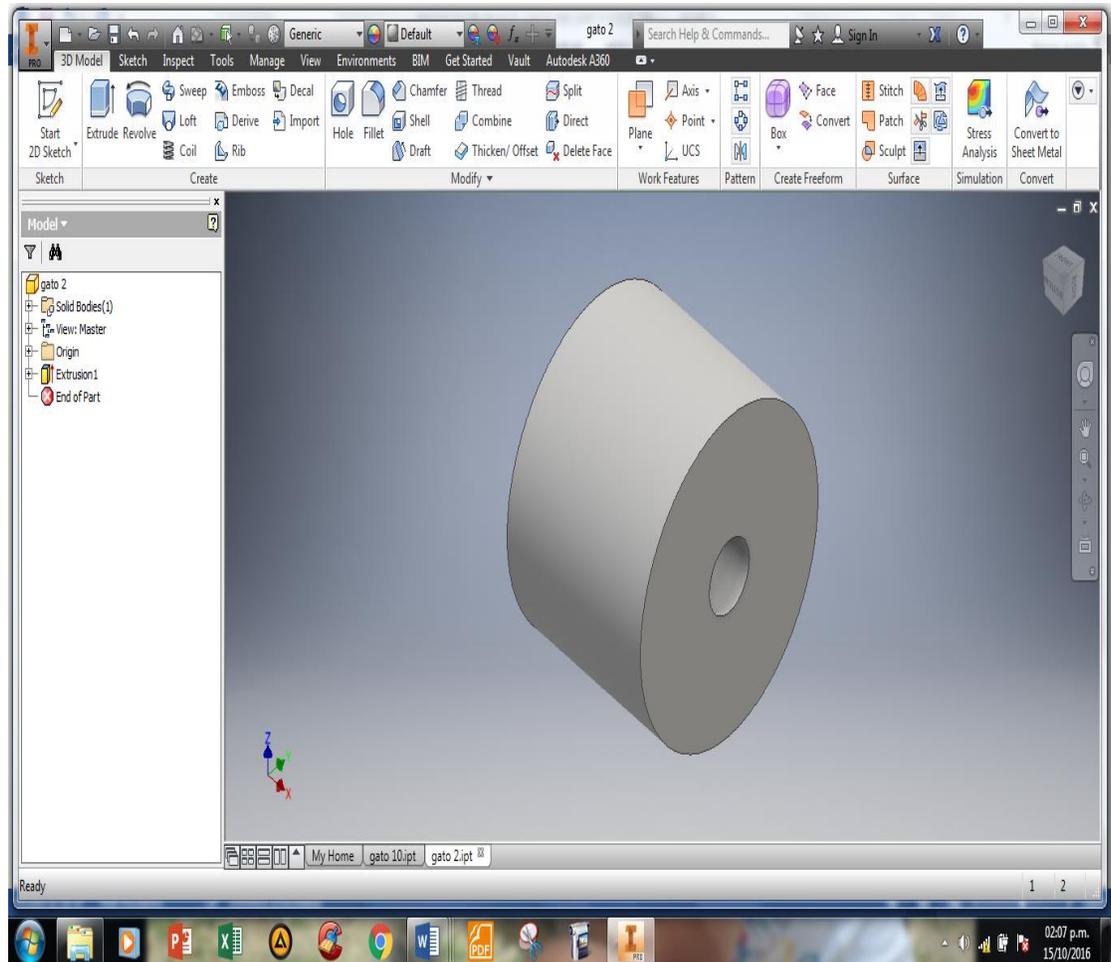


Figura 17. Buje Isométrico 2D.

Fuente:Foto tomada por Jorge Enrique Bedoya

Se le da extrudir y se le da la distancia a la cual va a quedar. De estos bujes se requieren 8.



*Figura 18.* Bujes extruido

Fuente:Foto tomada por Jorge Enrique Bedoya

De los bujes ya realizados, 2 de estos necesitan rosca sin fin pasante en los costados, para realizar esta operación se selecciona el buje y el la opción 2D se le da en la cara del costado en el que se le va a realizar se da clic en la opción círculo y tocando los ejes X y Y del plano para que el programa del centro se le da el tamaño del círculo pasante retirando material como siguiente se le da finish y extrude.

Se va a la barra de herramientas y con la opción thread (diseño de rosca) se busca la rosca en este caso se selecciona y se finaliza este proceso en los agujeros que llevan rosca los cuales se pueden observar en la siguiente imagen.

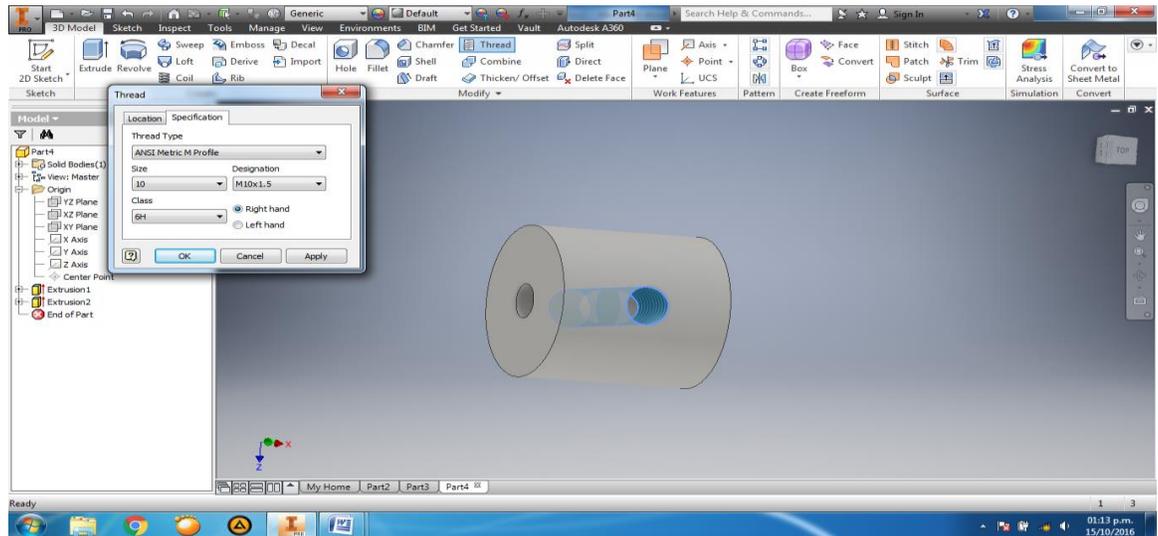


Figura 19. Buje roscado

Fuente:Foto tomada por Jorge Enrique Bedoya

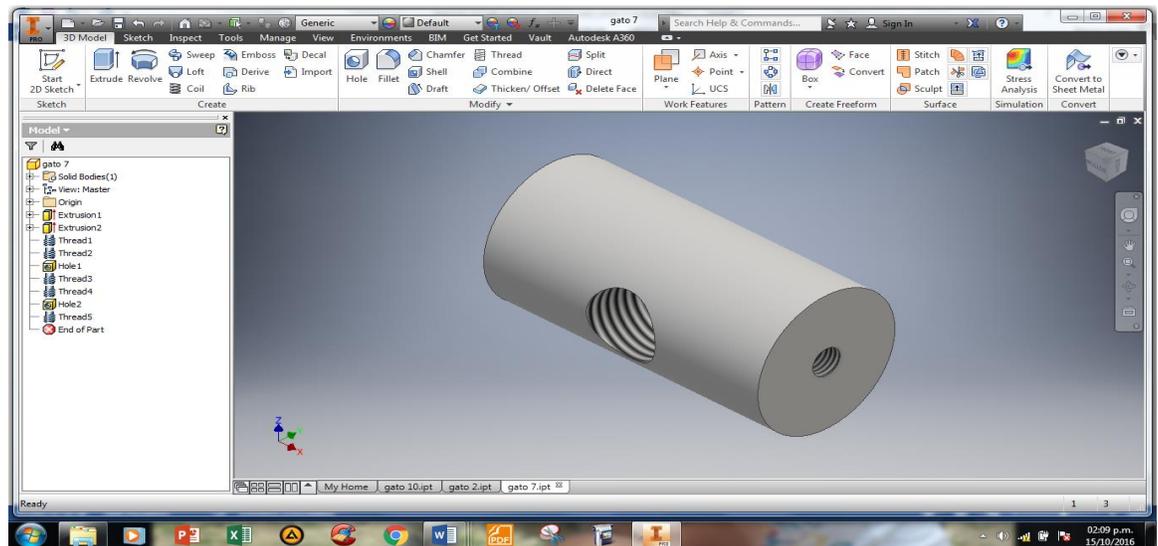
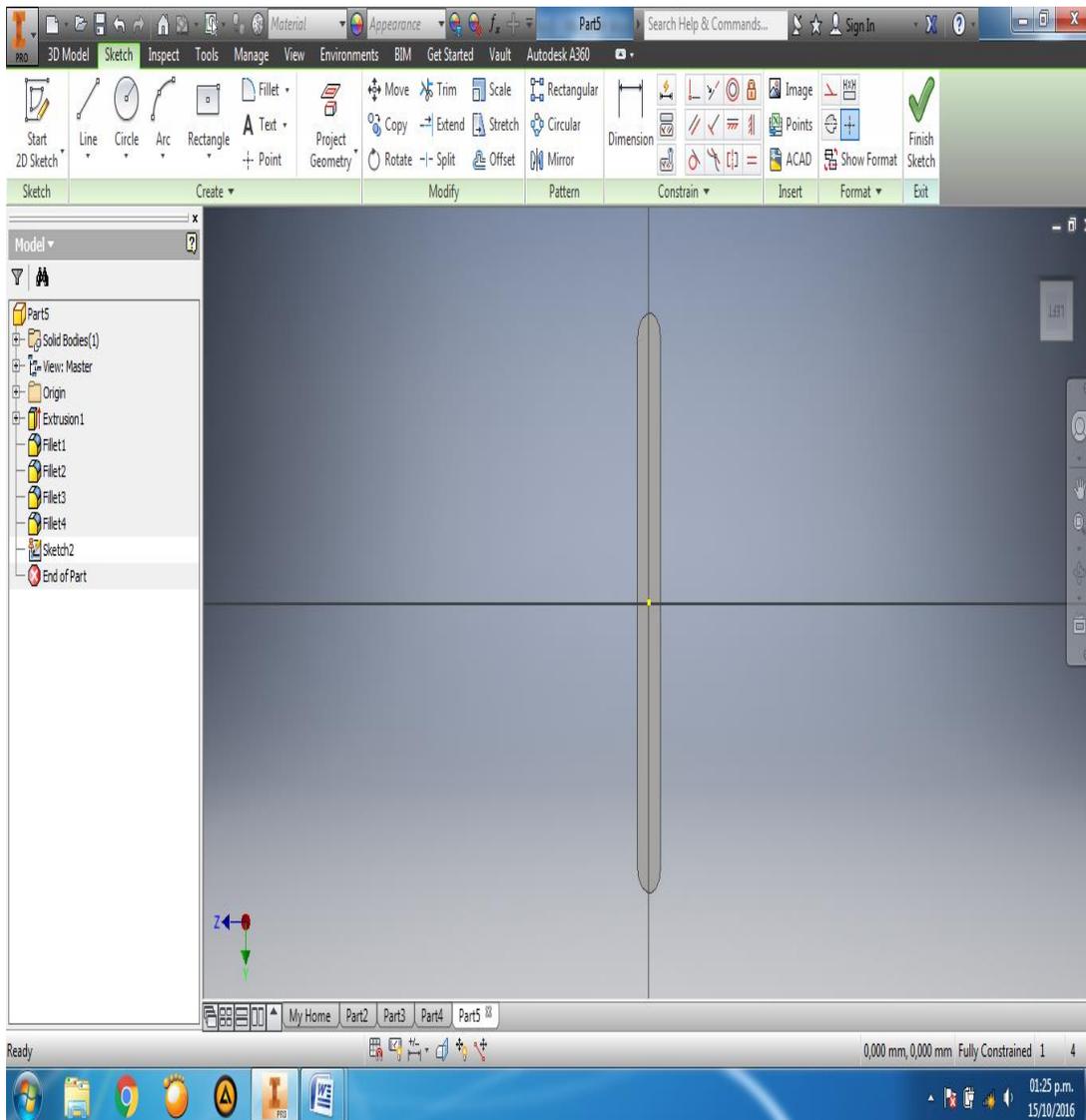


Figura 20. Buje roscado.

Fuente:Foto tomada por Jorge Enrique Bedoya

### 5.3 Diseño de platina

Para las platinas, desde la opción nueva del programa inventor en la barra de herramientas selecciona el plano en el que se va a trabajar, con la opción rectangle slot se diseña el isométrico en 2D con las medidas, Se le da extrudir y se amplía en 3D con la medida.



*Figura 21.* Platina tijera

Fuente: Foto tomada por: David Hincapié

Tocando la pieza finalizada y la opción start 2D de la barra de herramientas se selecciona hole y con linear se le dan los puntos de referencia donde van a quedar ubicados los orificios de cada extremo.

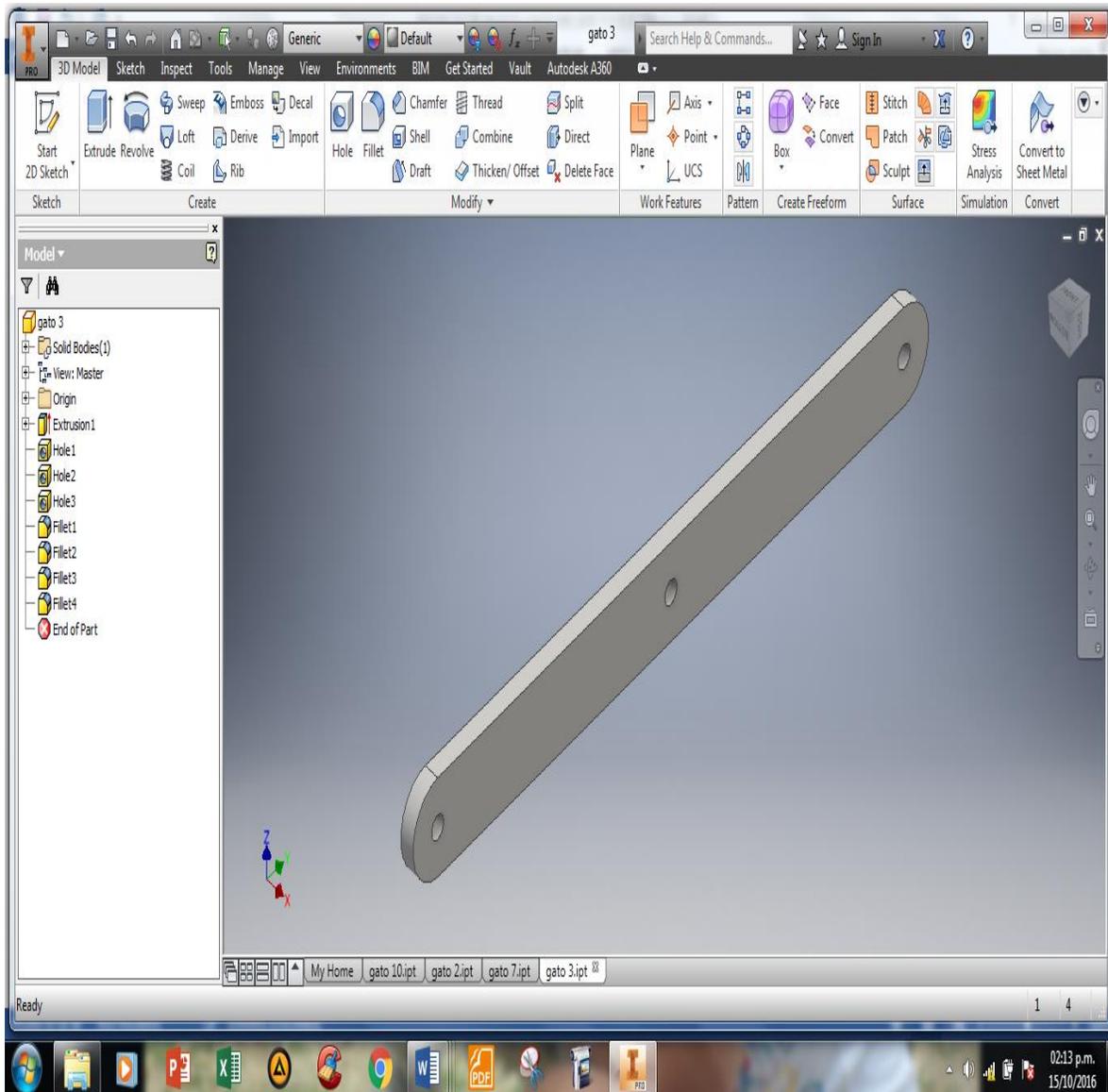


Figura 22. Platina tijera con agujeros.  
Fuente:Foto tomada por David Hincapie

## 5.4 Diseño tornillo sin fin

Para el tornillo sin fin, se realiza el mismo procedimiento desde la opción nuevo seleccionando el plano sobre el cual se va a dibujar el isométrico, desde la barra de herramientas se selecciona la opción polygon se le da finish, luego se le da extrudir y tocando la superficie del polygon se le da la medida del grosor, esta sería la cabeza del tornillo.

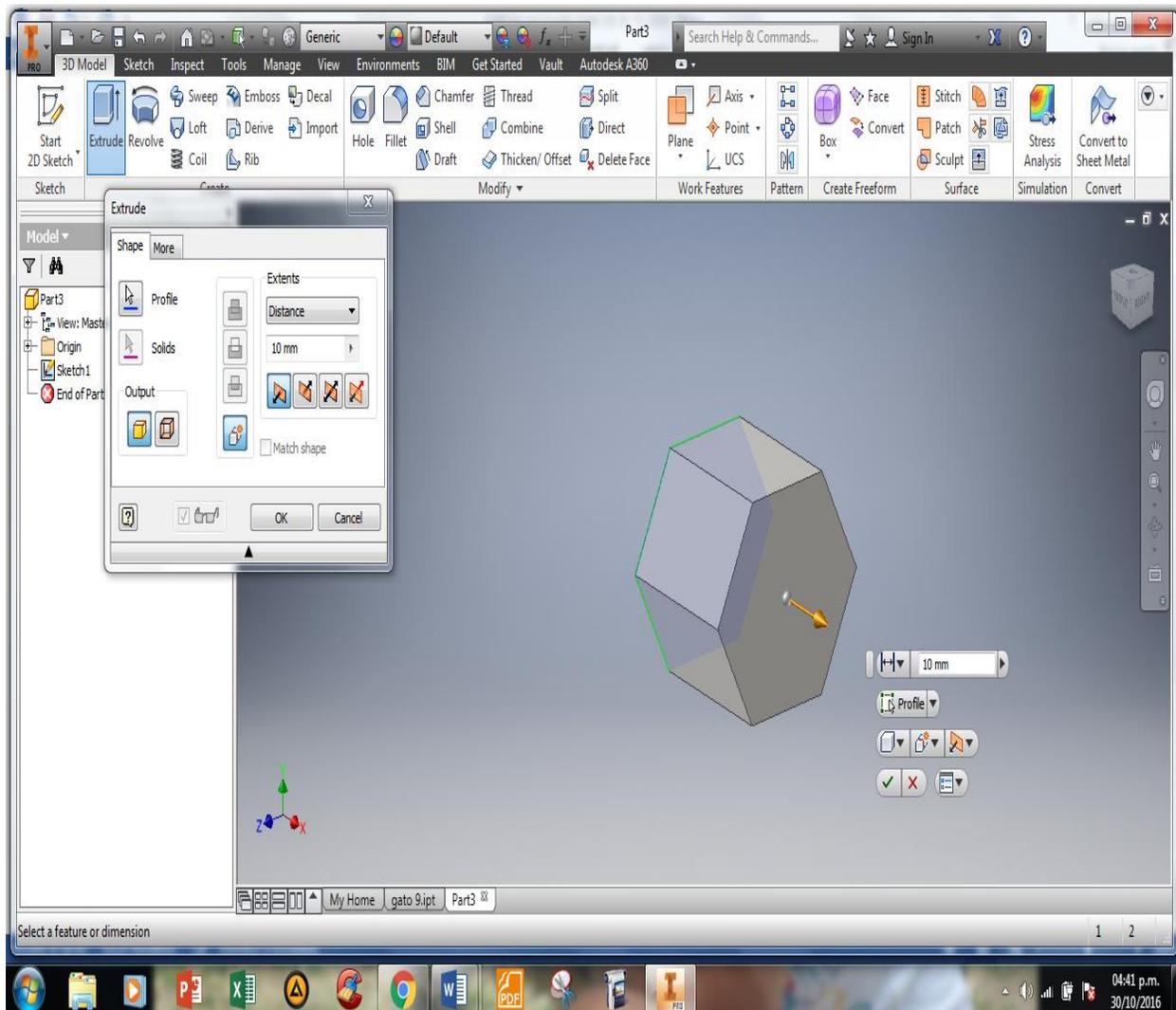


Figura 23. Cabeza tornillo sin fin.

Fuente:Foto tomada por David Hincapie

Tocando **startd 2D** y la superficie del polygon se dibuja sobre este un círculo con la opción **circle**. Se finaliza (**finish**) y se le da extrudir agregando material con la medida deseada.

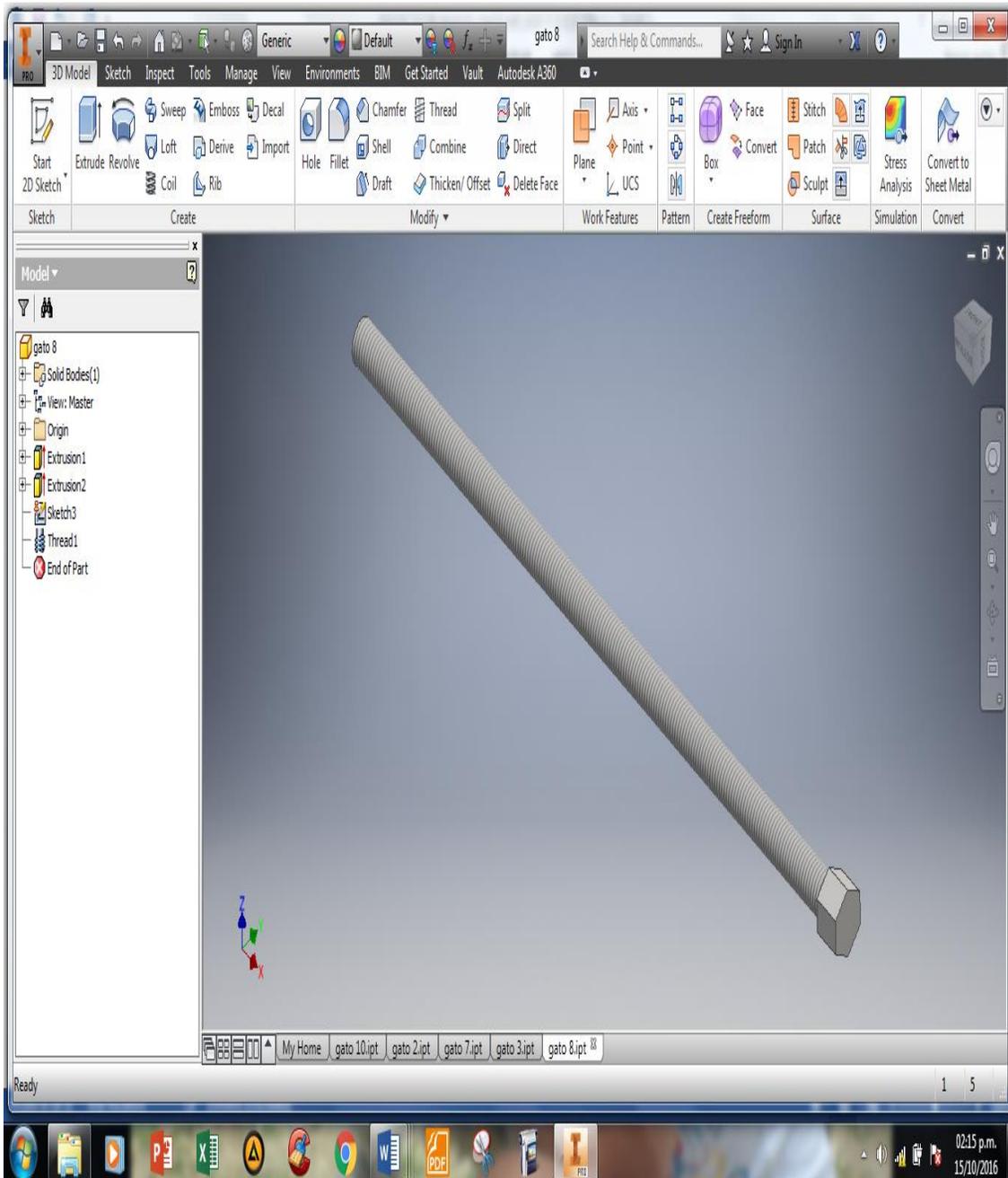


Figura 24. Tornillo sin fin.  
Fuente:Foto tomada por David Hincapie

Luego tocando la parte circular del tornillo y desde la barra de herramientas se selecciona thread (diseño de rosca) se busca la rosca deseada y se le da aplicar, en la imagen se puede observar el tornillo con rosca sin fin.

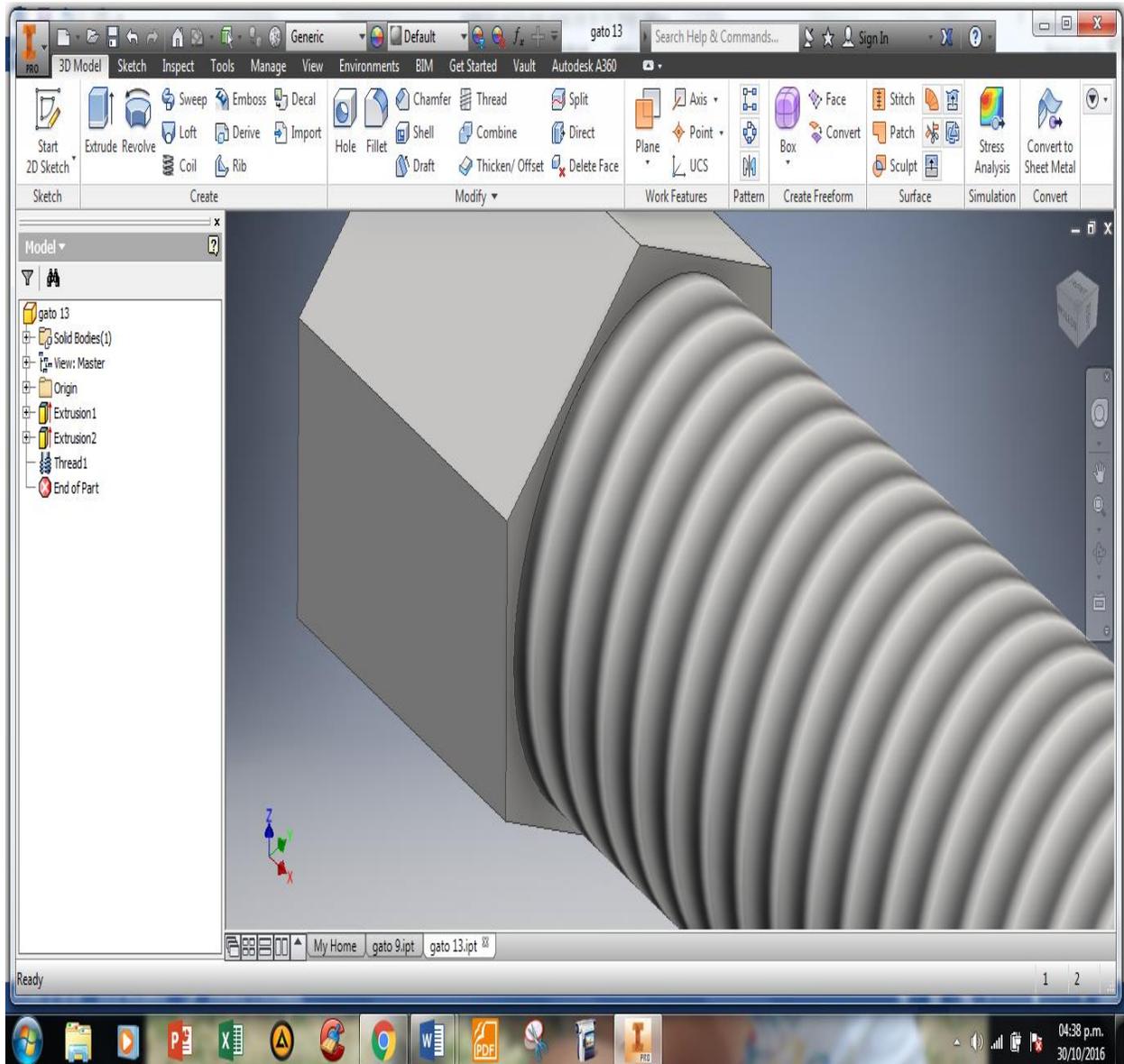


Figura 25. Tornillo sin con rosca.  
Fuente:Foto tomada por David Hincapie

## 5.5 Ensamble del gato en autodesk inventor

Todas las piezas anteriormente realizadas están guardadas en una carpeta ya sea del escritorio o en el disco duro del PC en la barra de herramientas en la opción nuevo se selecciona plantillas en standard.iam y se le da abrir al darle la opción.

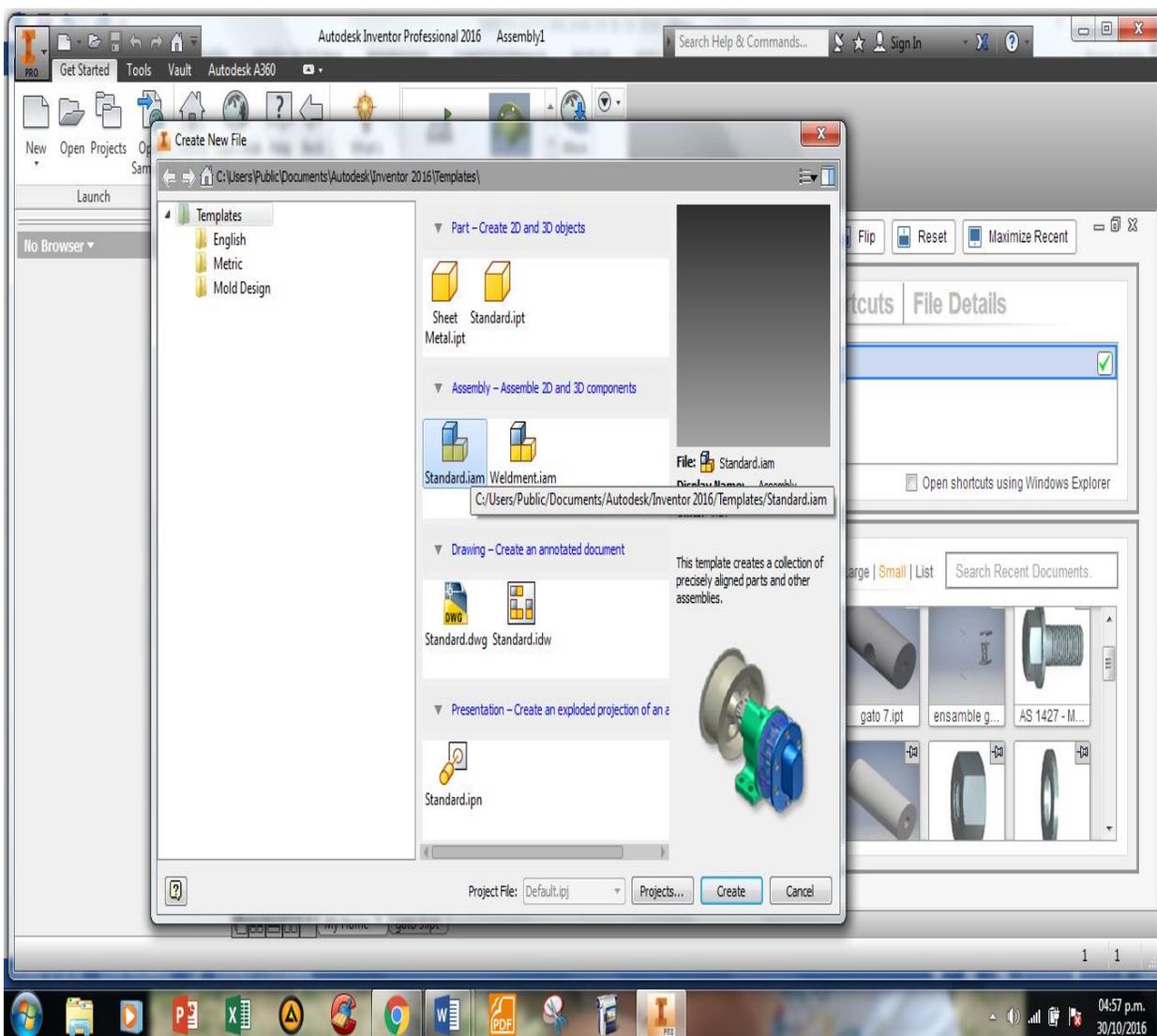


Figura 26. Selección programa ensamble.  
Fuente:Foto tomada por David Hincapie

El programa pasará a otro menú y en la parte superior derecha en la opción place buscar la carpeta en la cual están guardados todos los isométricos, se debe abrir y seleccionarlos todos al realizar esto se le da abrir, nos llevara a una ventana nueva del programa donde están todos los isométricos dibujados en una sola plantilla.

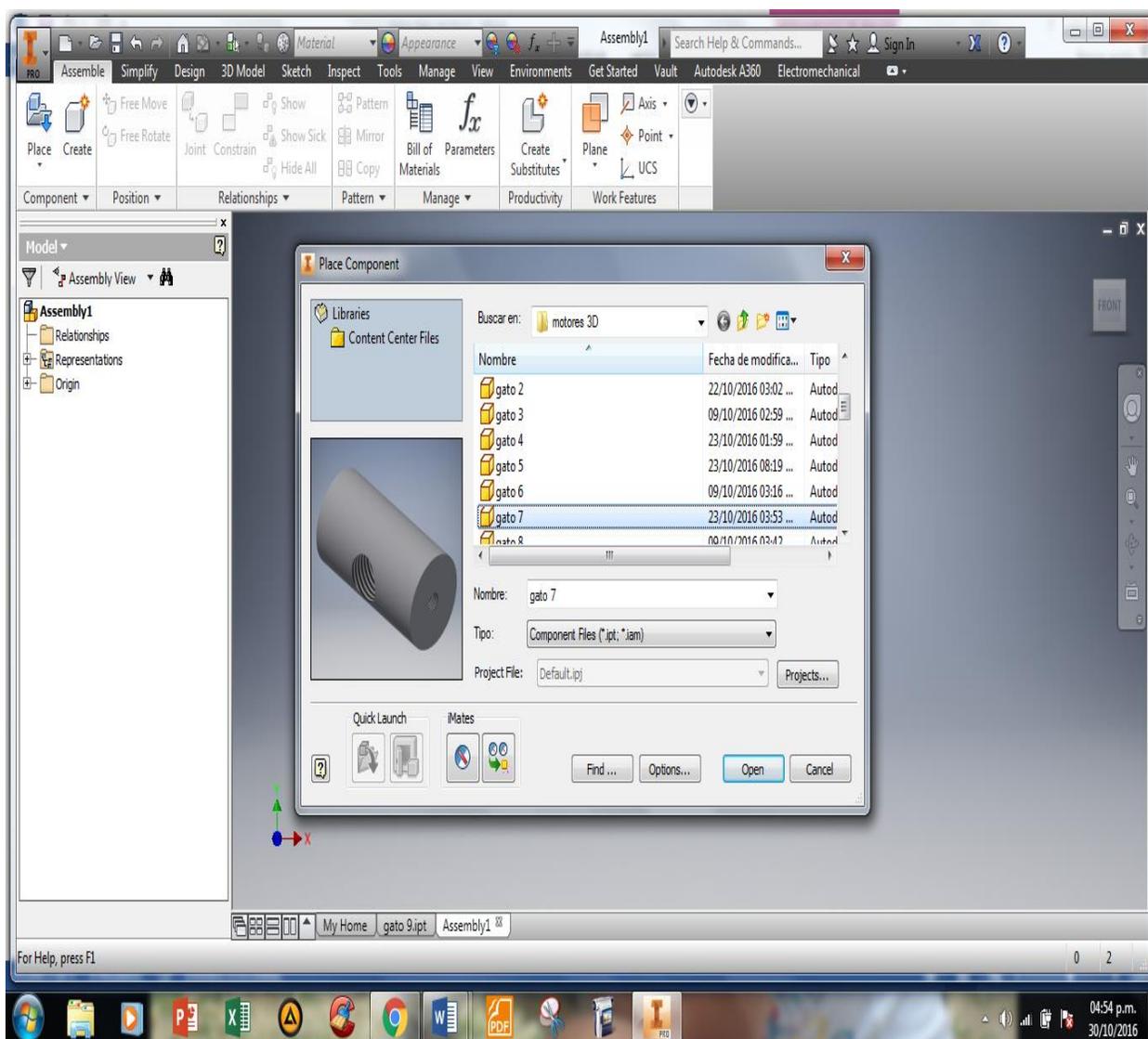


Figura 27. Carpeta de piezas para ensamble.  
Fuente:Foto tomada por David Hincapie

Se busca la pieza base de todos los isométricos en este caso se selecciona la plataforma inferior y con clic derecho se despliega un menú de opciones se le da en grounded que es fijar y sobre esta se empieza a realizar el ensamble.

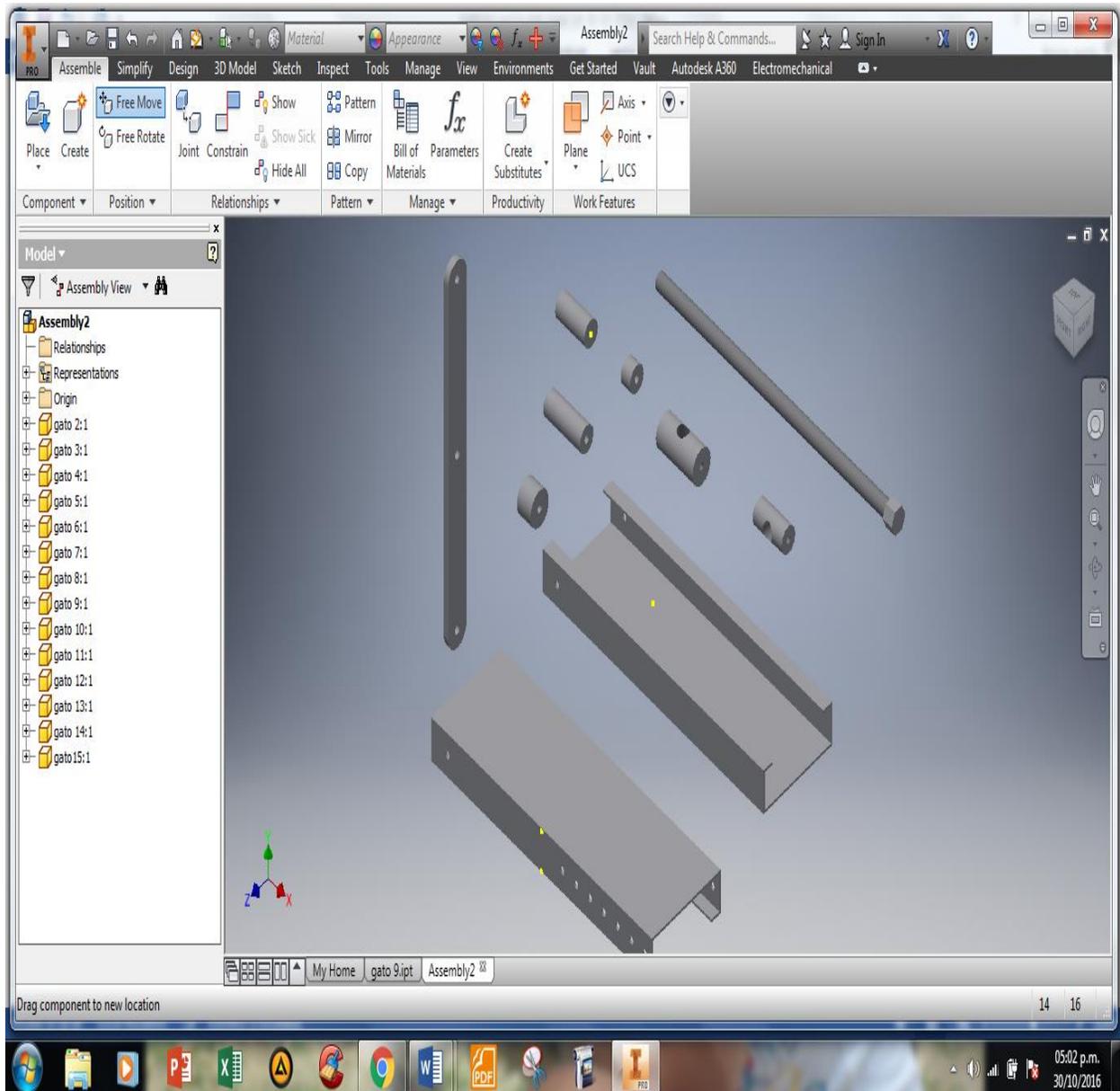


Figura 28. Piezas para ensamble.  
Fuente:Foto tomada por David Hincapie

Con el menú que se despliega el clic derecho, en la parte de constrain tocando el eje de la parte de la pieza base y el eje de la parte que se va a ensamblar se le da la dirección a las piezas luego de nuevo en constrain realizaremos lo mismo, pero tocando la cara que queremos anclar de cada pieza esto se realizara con cada una de las partes dándole un orden de ensamble.

Ya con el gato ensamblado en su forma final si queremos realizar un vista en animación del ensamble de las partes se le da nuevo seleccionamos templates y en standard.ipn le damos abrir, en esta ventana nueva esta la opción create view la seleccionamos se damos ok.

Con tweak components y tocando cada pieza la podemos retirar de la base una por una dándole la dirección que se desee y para que muestre la animación se le da animate y con play se inicia.

Aquí se puede ver el ensamble.

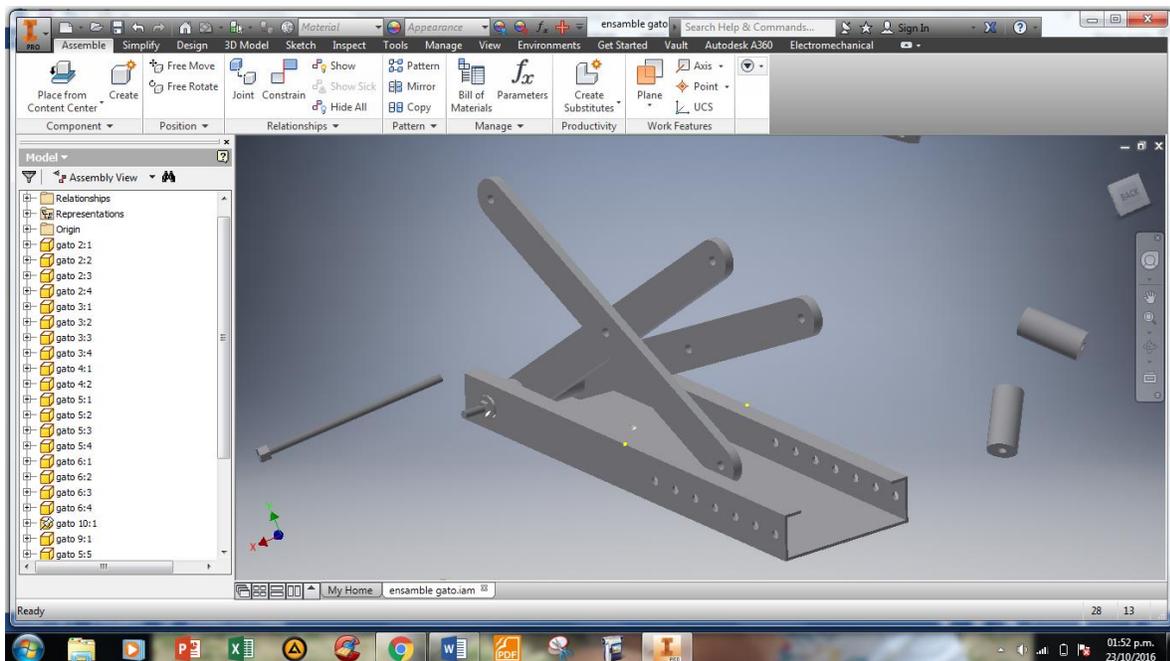


Figura 29. Selección del sistema americano o europeo.

Fuente: Foto tomada por Jorge Enrique Bedoya

## 5.6 Diseño de acoples

Para el diseño de los acoples, desde la barra de herramientas con la opción nuevo se selecciona el plano para trabajar, realizando un círculo con la opción circle y sus medidas correspondientes nuevamente finishse puede observar el isométrico en 2D.

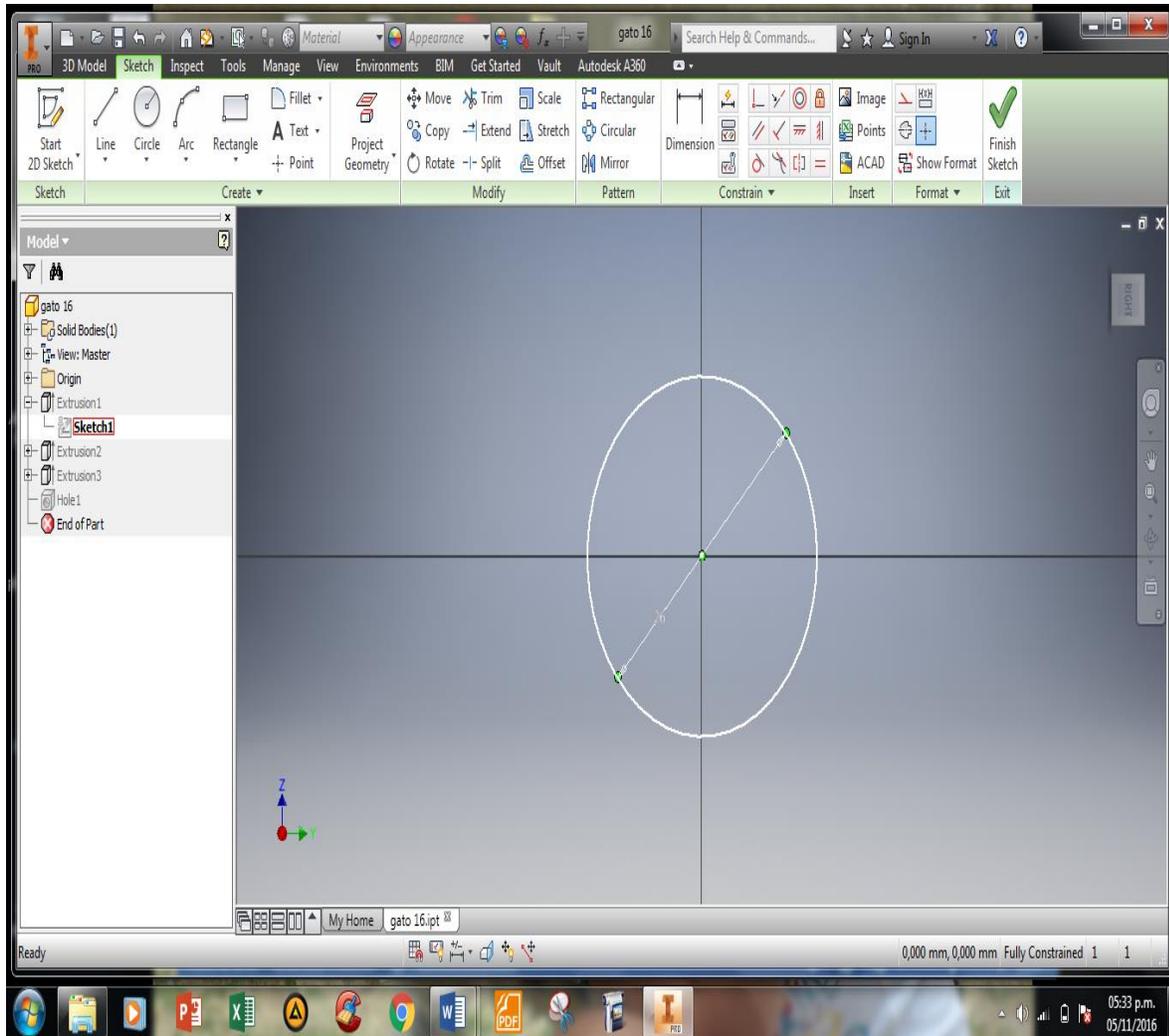


Figura 30. circunferencia del acople

Fuente: Foto tomada por Jorge Enrique Bedoya

Luego se le da extrudir y se le da la medida correspondiente a la cual va a quedar

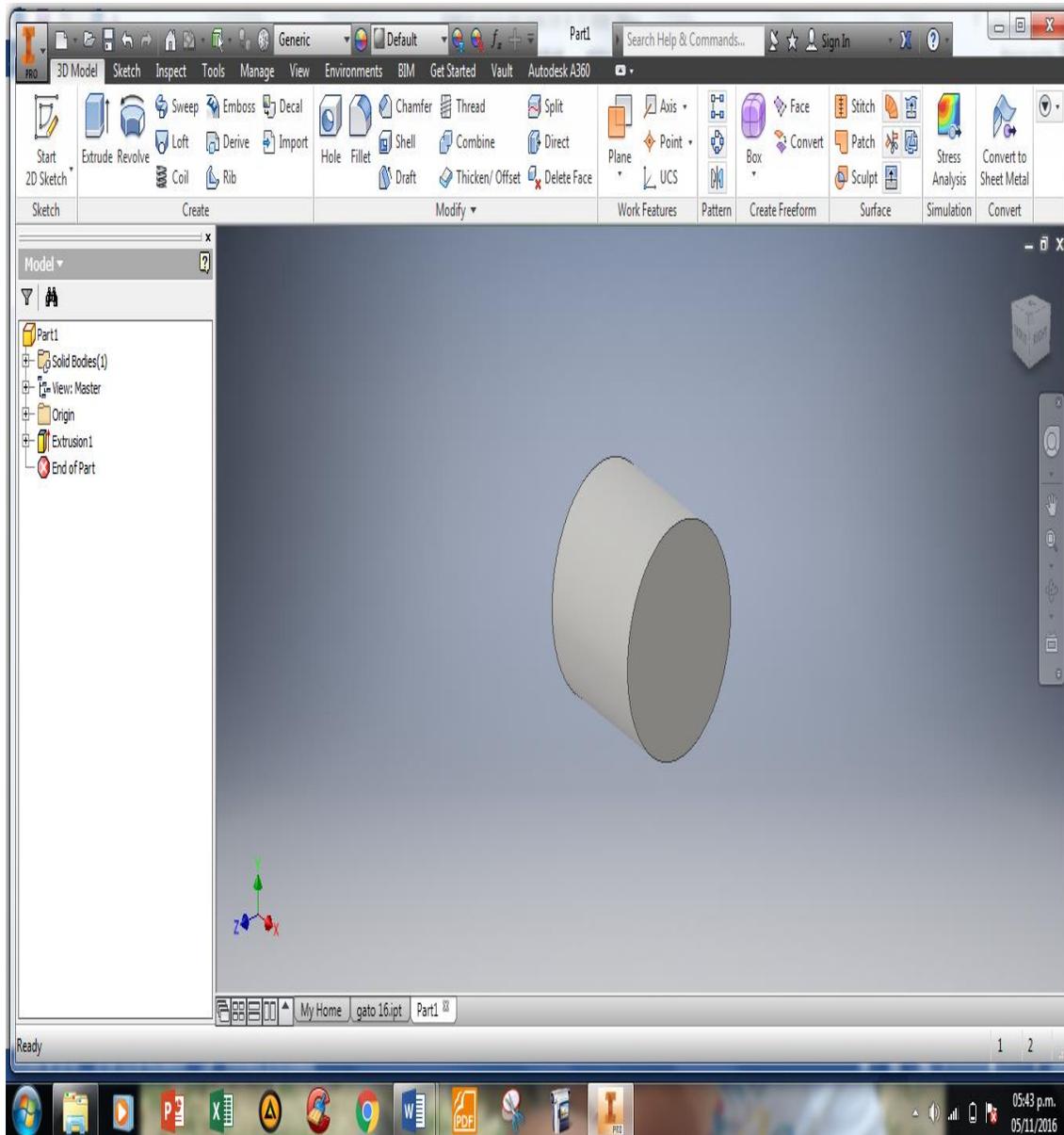


Figura 31. cabeza acople

Fuente: Foto tomada por Juan Carlos Bolivar

Volvemos a la opción Start 2D escogemos el plano correspondiente y hacemos otro círculo más pequeño con la opción circle y sus medidas correspondientes, nuevamente finish se puede observar el isométrico en 2D Luego Se le da extrudir

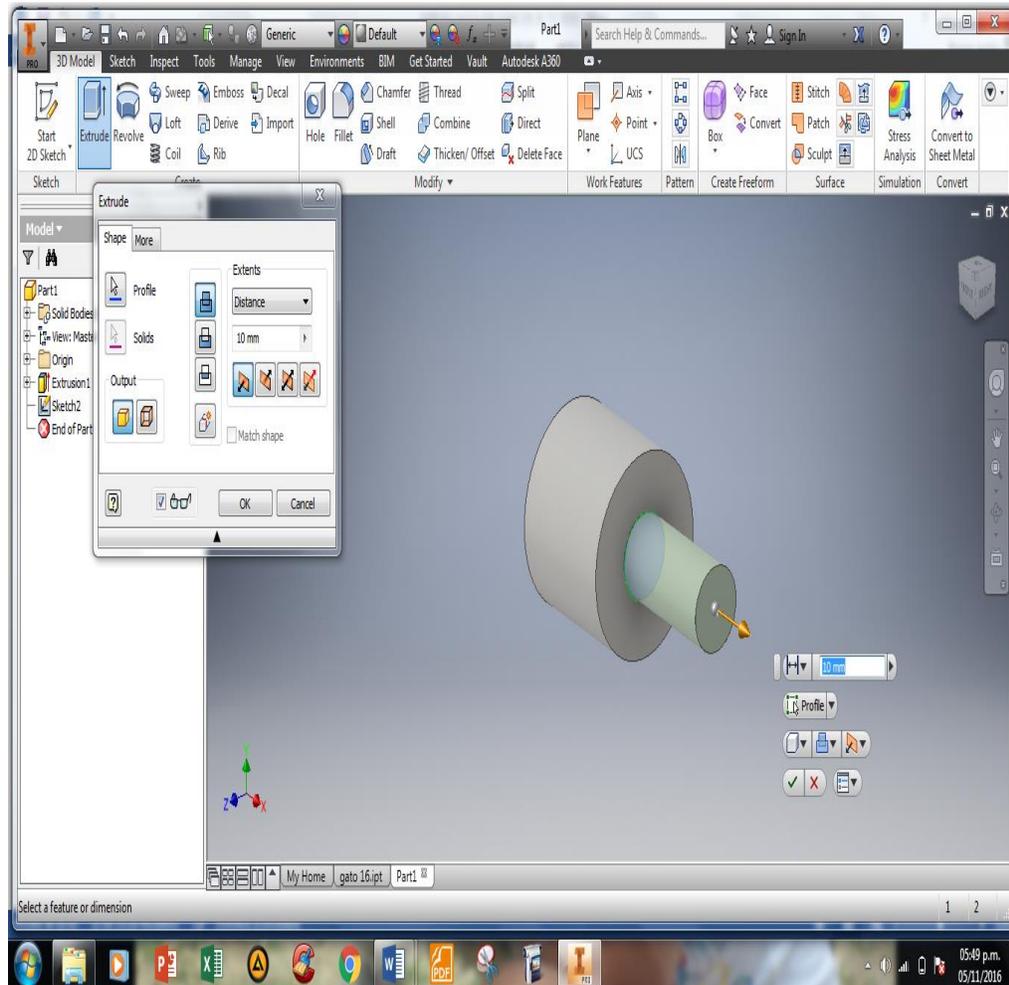


Figura 32. cabeza y buje del acople  
Fuente: Foto tomada por Juan Carlos Bolivar

Volvemos a la opción Start 2D escogemos el plano correspondiente y hacemos otro círculo más pequeño con la opción circle en ese círculo se hace una cruz para poder hacer el acople de engranaje

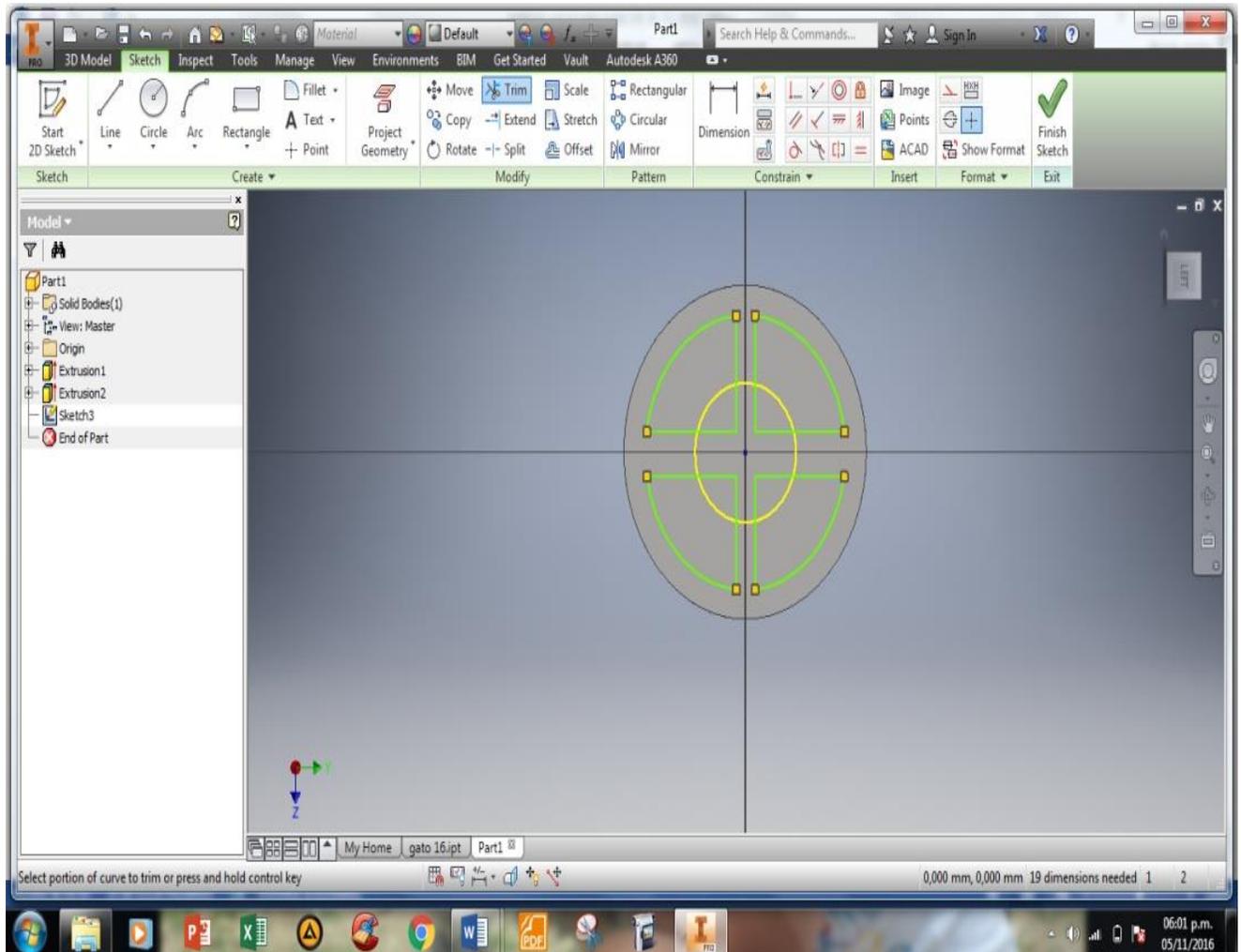


Figura 33. isométrico en cruz

Fuente: Foto tomada por Juan Carlos Bolivar

Nuevamente finish se puede observar el isométrico en 2D. Luego se le da extrudir, se tocan las partes que van en alto relieve.

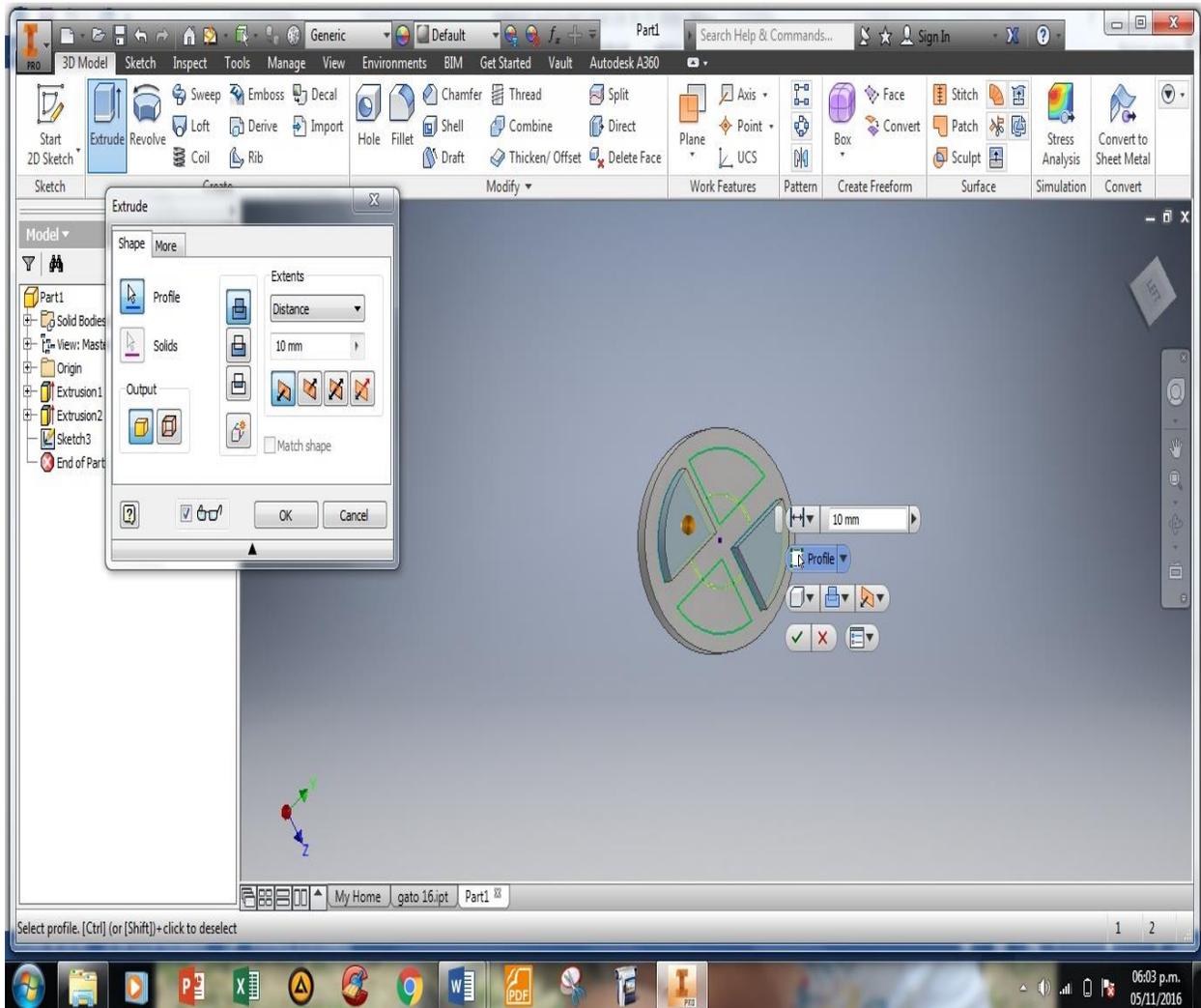


Figura 34. isométrico en alto relieve  
Fuente: Foto tomada por Juan Carlos Bolívar

Al darle ok así queda el acople y se necesitan dos.

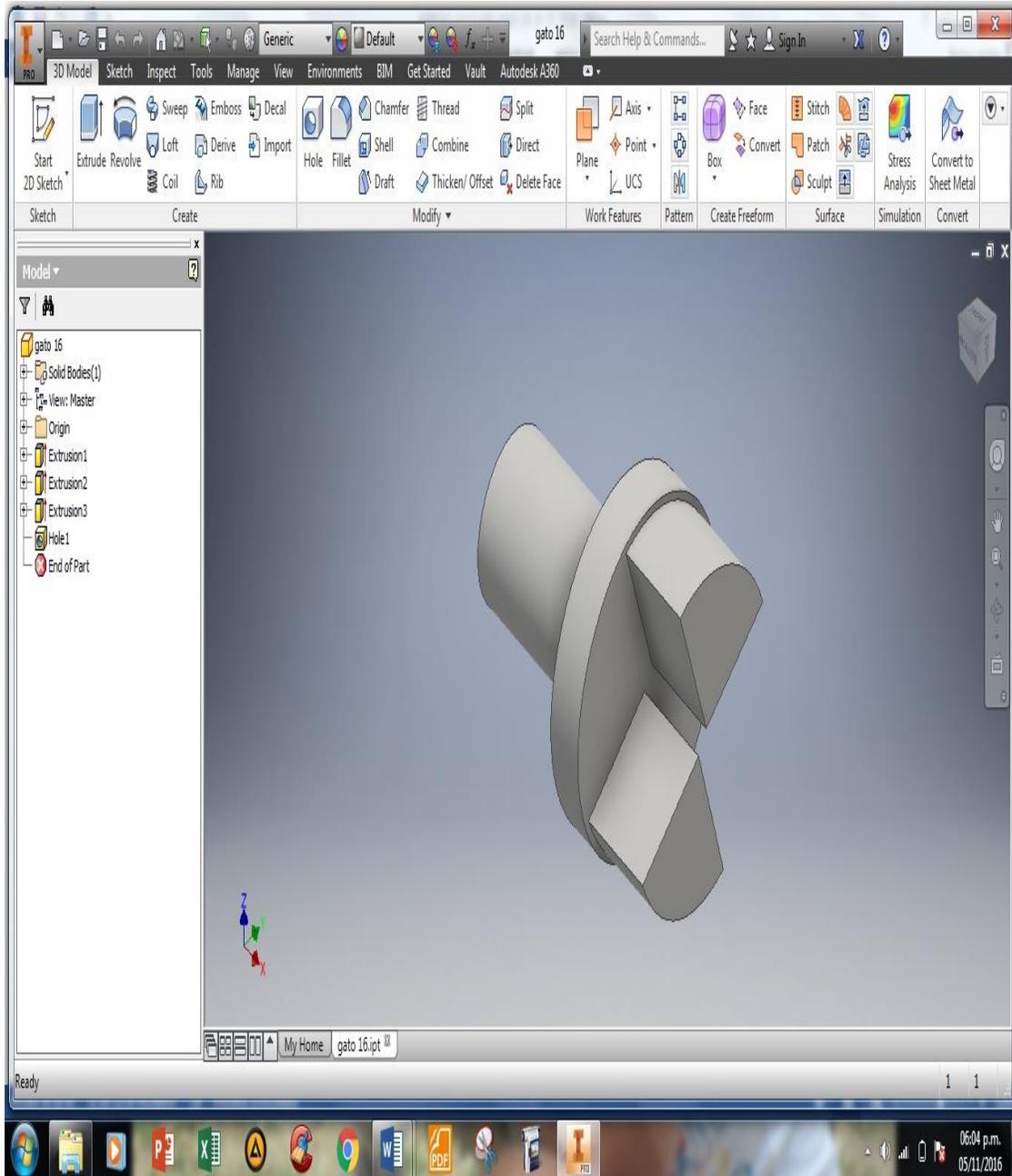


Figura 35. acople

Fuente: Foto tomada por Juan Carlos Bolivar

## 5.7 Diseño del motor.

Para diseñar el motor, desde la barra de herramientas con la opción nueva se selecciona el plano para trabajar, realizando un círculo a este se le hacen unos cuadros que son las aletas de refrigeración con la opción circle y sus medidas correspondientes nuevamente finish se puede observar el isométrico en 2D.

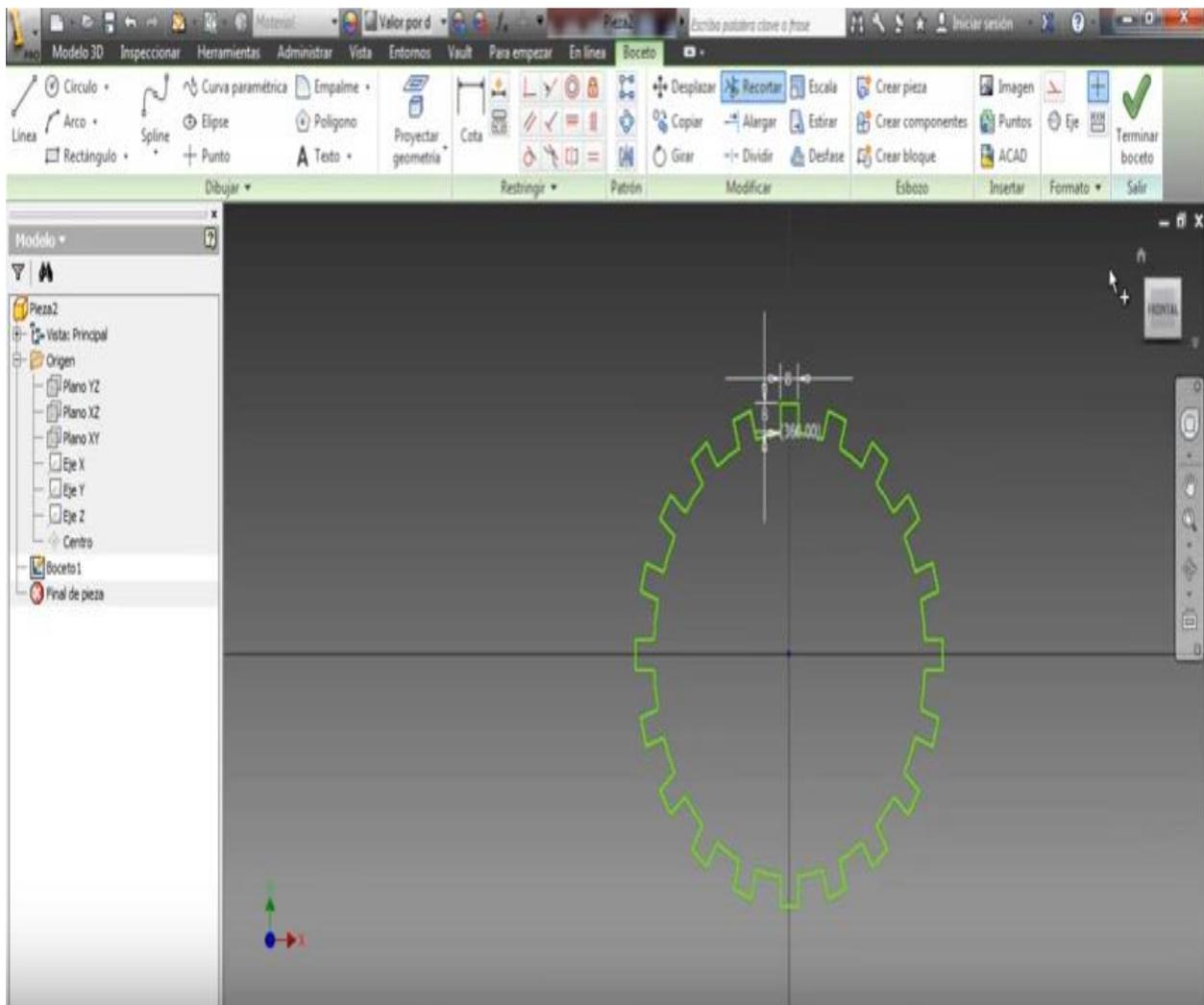


Figura 36. Circunferencia inicio motor  
Fuente: Foto tomada por Juan Carlos Bolivar

Luego vamos a la opción extrudir.

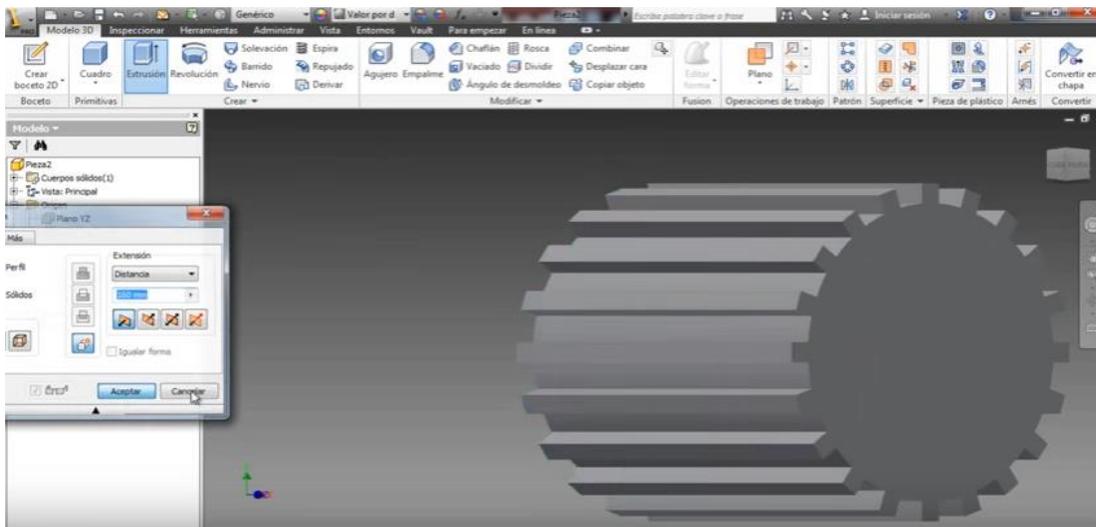


Figura 37. carcasa motor

Fuente: Foto tomada por Juan Carlos Bolivar

Volvemos a la opción Start 2D tocamos una cara del motor y sale el plano que escogimos inicialmente, en la parte de abajo se dibuja la base del motor se le da finish y luego extrudir.

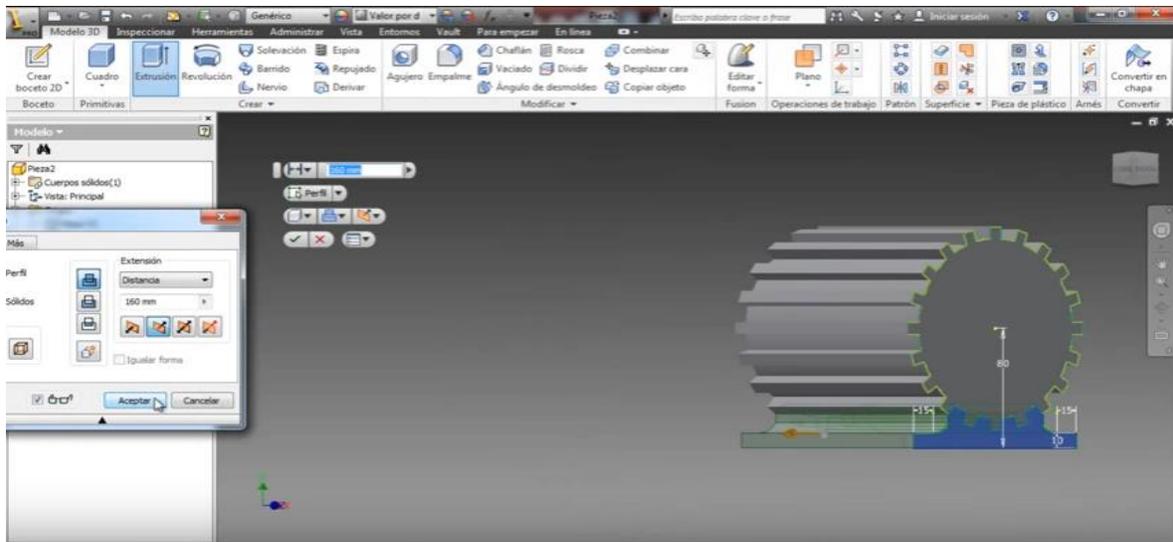


Figura 38. base motor

Fuente: Foto tomada por Juan Carlos Bolivar

Volvemos a la opción Start 2D tocamos una cara del motor y sale el plano que escogimos inicialmente, se hace un círculo para hacer la tapa del motor, luego vamos a la barra de herramientas se busca la opción fillet para que las tapas del motor queden redondas.

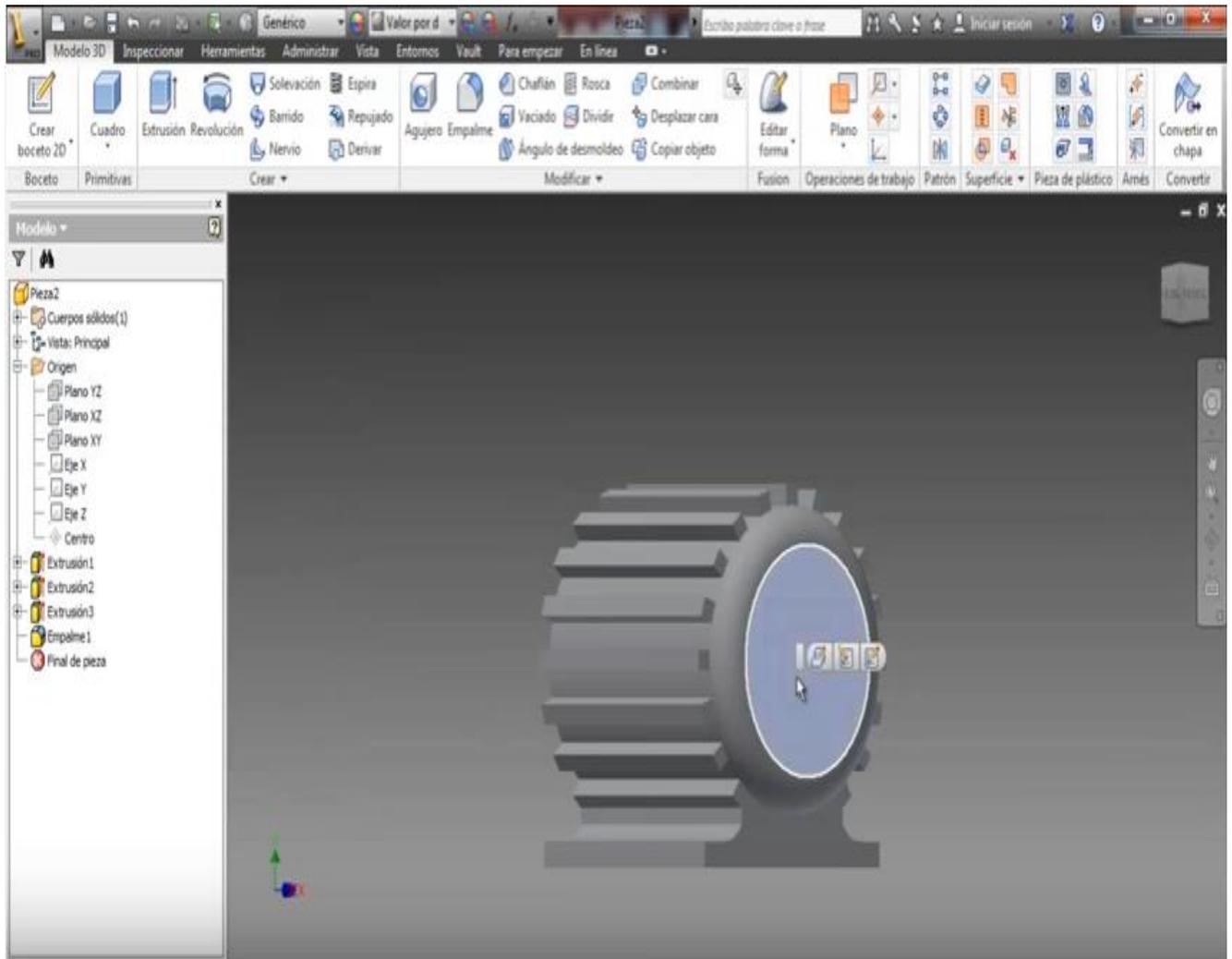


Figura 39. avellanado tapa motor  
Fuente: Foto tomada por Juan Carlos Bolivar

Volvemos a la opción Start 2D escogemos el plano correspondiente y hacemos otro círculo más pequeño con la opción circle, en ese círculo se diseña el eje del motor, se le da extrudir.

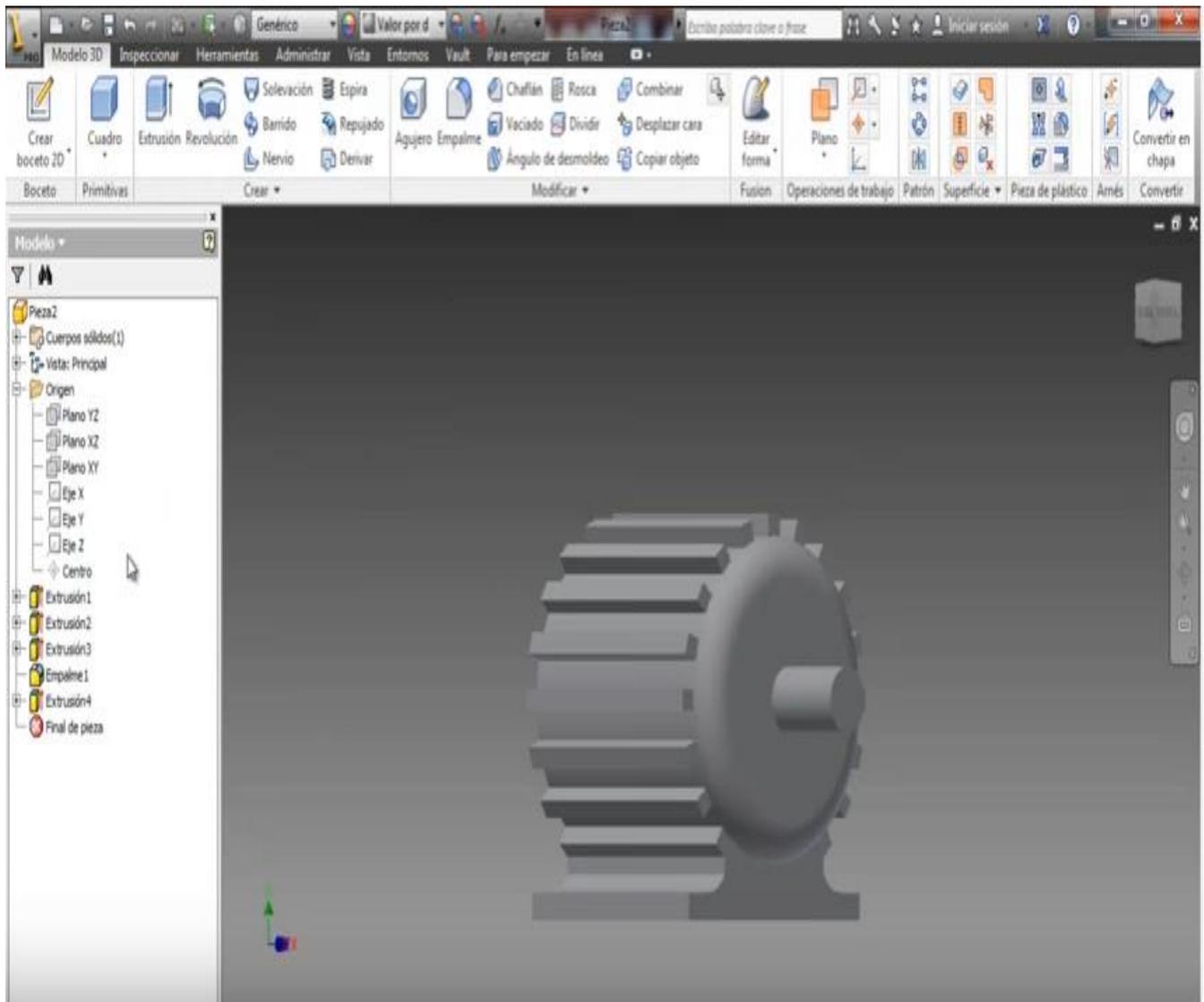


Figura 40. avellanado tapa motor  
Fuente: Foto tomada por Juan Carlos Bolivar

## 5.8 Pintura de partes

Para el proceso de pintura para todas las piezas, en la barra de herramientas tiene la opción appearance al darle clip se despliega una lista de colores, se toca la parte que se quiere pintar.

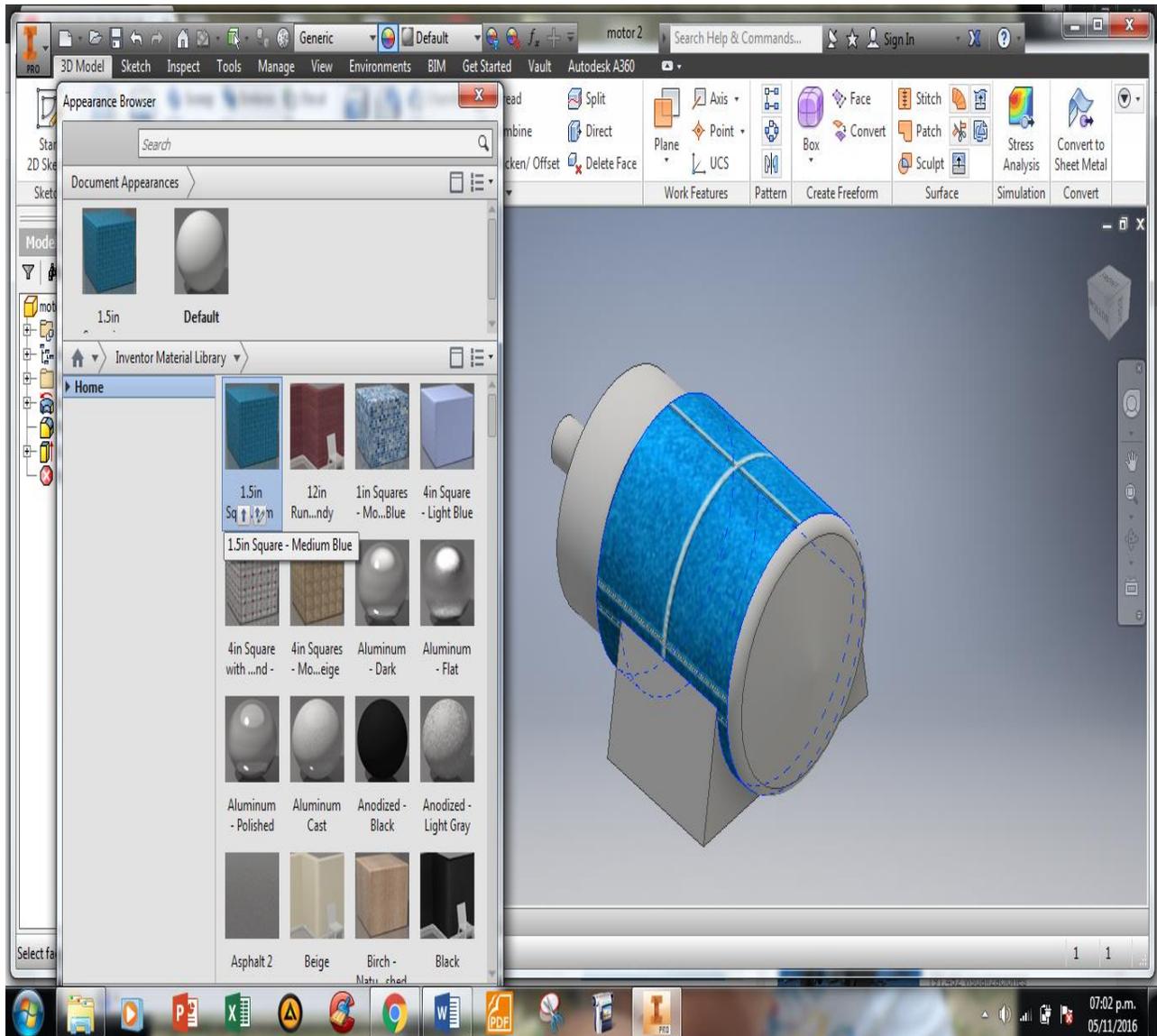


Figura 41. Proceso de pintura de piezas  
Fuente: Foto tomada por Juan Carlos Bolívar

## 5.9 Ensamble final del gato eléctrico.

Finalmente, el ensamble de gato mecánico con motor y control

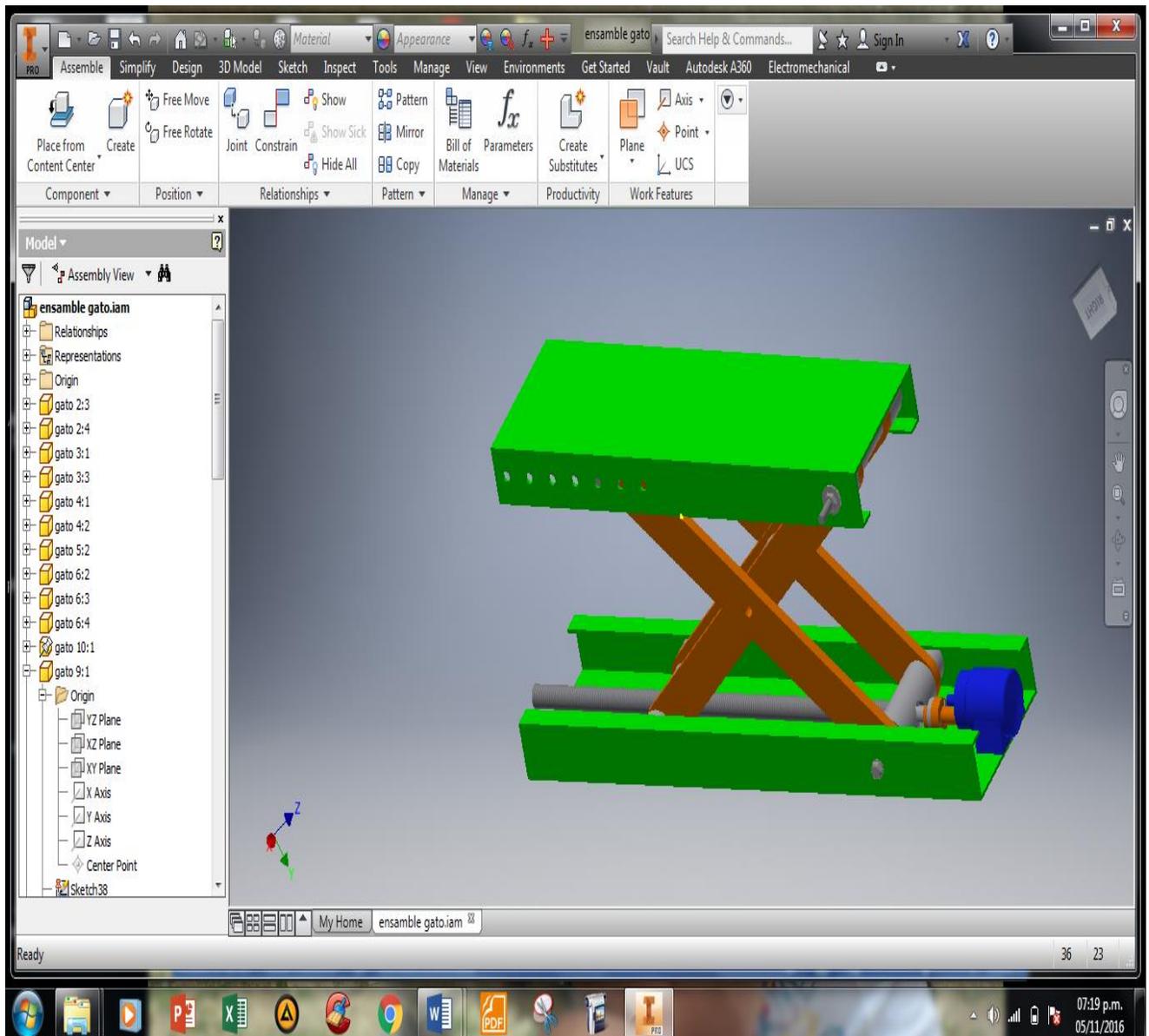


Figura 42. Ensamble de gato y motor

Fuente: Foto tomada por Juan Carlos Bolivar

### 5.10 simulación de fuerzas

Para simular las que fuerzas que resiste el gato retiramos las piezas que no necesitamos dejando solo las partes que queremos analizar las fuerzas vamos a la opción enviromens pasamos a análisis de esfuerzo seleccionamos el material que se le va a asignar este caso el gato esta ensamblado seleccionamos pieza por pieza aplicamos materia aluminio y le damos ok

Luego para anclar la pieza en una base seleccionamos fixed y tocamos la parte que queremos que quede fija se seleccionó la plataforma inferior del gato.

Como siguiente se hace la conversión de kilogramos a libras pie, en promedio el peso de las motocicletas es de 150 kg se escoge la plataforma superior donde se aplica la fuerza pasmos a la opción mech view con esto se enmalla todas las piezas que se van a aplicar fuerzas, desde esta parte el programa autodesk inventor nos arroja un informe de las fuerzas que resiste y las primeras partes donde va a presentar la falla.

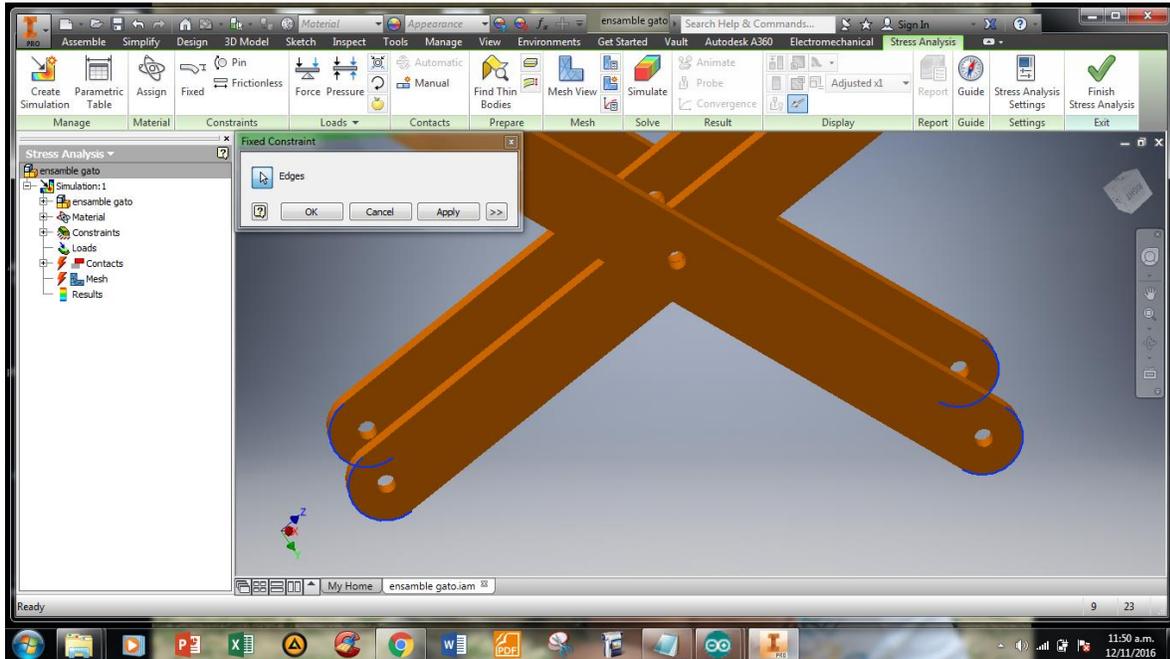


Figura 43. Fijación de partes

Fuente: Foto tomada por Juan Carlos Bolivar

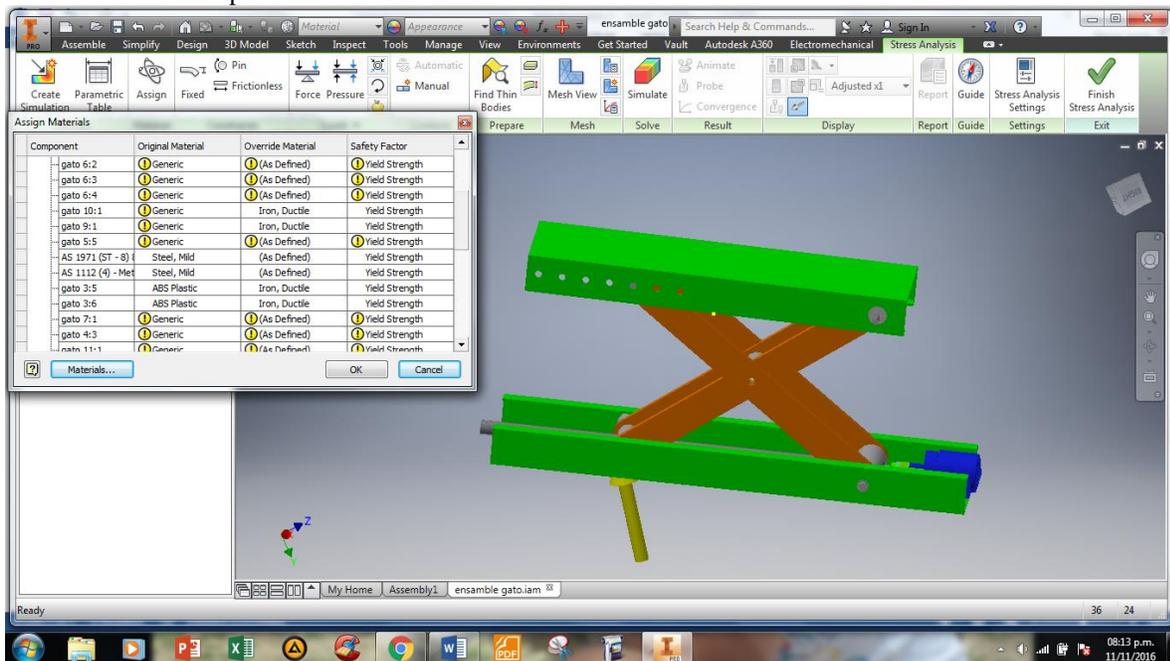


Figura 44. aplicación de material

Fuente: Foto tomada por Juan Carlos Bolivar

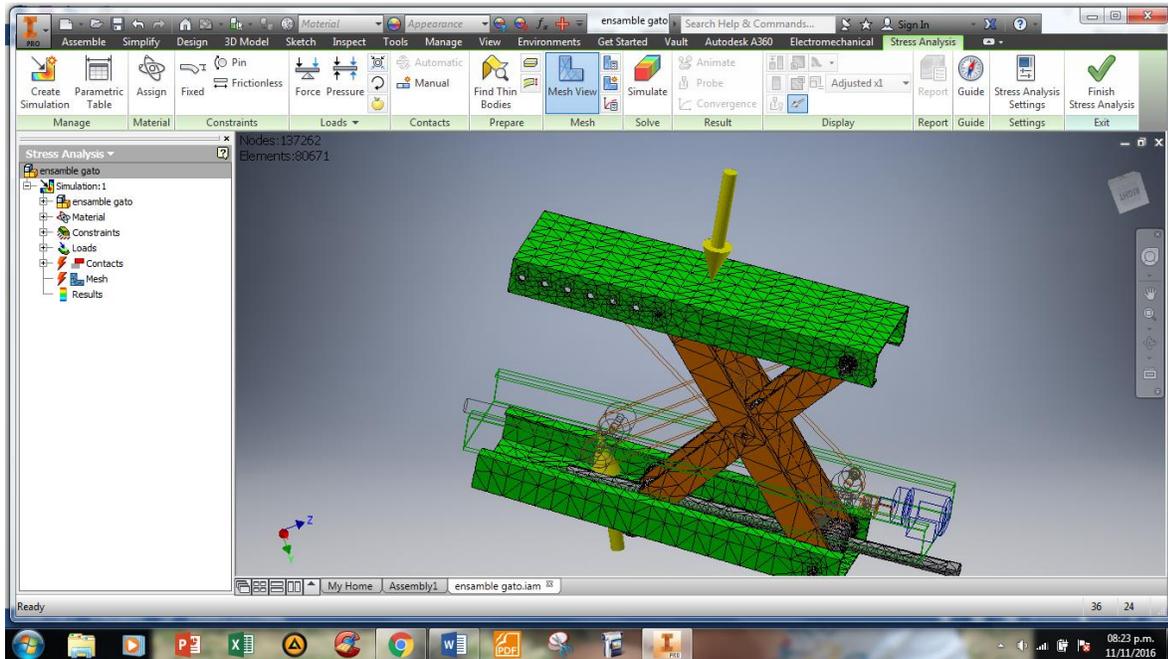


Figura 45. enmallar para simular

Fuente: Foto tomada por Juan Carlos Bolivar

## 5.11 Análisis de simulación de fuerzas que se aplican

Tabla 1. analisis de fuerzas

|                            |                             |
|----------------------------|-----------------------------|
| Analyzed File:             | ensamble gato.iam           |
| Autodesk Inventor Version: | 2016 (Build 200138000, 138) |
| Creation Date:             | 12/11/2016, 01:22 p.m.      |
| SimulationAuthor:          | Usuario                     |
| Summary:                   |                             |

Fuente: programa autodesk inventor

Tabla 2. Physical

|                   |   |
|-------------------|---|
| Mass              | 2,37305 lbmass                                |
| Area              | 672,574 in <sup>2</sup>                       |
| Volume            | 63,3101 in <sup>3</sup>                       |
| Center of Gravity | x=-29,5381 in<br>y=14,9293 in<br>z=25,6582 in |

Fuente: programa autodesk inventor

Tabla 3.General objective and settings

|   |                        |
|---|------------------------|
| DesignObjective                           | Single Point           |
| SimulationType                            | StaticAnalysis         |
| LastModification Date                     | 12/11/2016, 01:21 p.m. |
| Detect and Eliminate Rigid Body Modes     | No                     |
| Separate Stresses Across Contact Surfaces | No                     |
| MotionLoadsAnalysis                       | No                     |

Fuente: programa autodesk inventor

Tabla 4.Meshsettings

|  |        |
|--|--------|
| Avg. Element Size (fraction of model diameter) | 0,1    |
| Min. Element Size (fraction of avg. size)      | 0,2    |
| Grading Factor                                 | 1,5    |
| Max. TurnAngle                                 | 60 deg |
| CreateCurvedMeshElements                       | No     |
| Use part based measure for Assembly mesh       | Yes    |

Fuente: programa autodesk inventor

Tabla 5.Material(s)

|             |                             |                                  |
|-------------|-----------------------------|----------------------------------|
| Name        | Aluminum 6061               |                                  |
| General     | MassDensity                 | 0,0975437 lbmass/in <sup>3</sup> |
|             | YieldStrength               | 39885,4 psi                      |
|             | UltimateTensileStrength     | 44961,7 psi                      |
| Stress      | Young'sModulus              | 9993,1 ksi                       |
|             | Poisson's Ratio             | 0,33 ul                          |
|             | ShearModulus                | 3756,8 ksi                       |
| PartName(s) | gato 3<br>gato 3<br>gato 10 |                                  |

|             |   |                                |
|-------------|---|--------------------------------|
|             | gato 3<br>gato 3                                      |                                |
| Name        | Steel, Mild   |                                |
| General     | MassDensity   | 0,28396 lbmass/in <sup>3</sup> |
|             | YieldStrength   | 30022,8 psi                    |
|             | UltimateTensileStrength                               | 50038 psi                      |
| Stress      | Young'sModulus  | 31908,3 ksi                    |
|             | Poisson's Ratio                                       | 0,275 ul                       |
|             | ShearModulus  | 12513,1 ksi                    |
| PartName(s) | TEFC NEMA, 145T<br>TEFC NEMA, 145T<br>TEFC NEMA, 145T |                                |

Fuente: programa autodesk inventor

Tabla 6.Force 1

| Load Type | Force           |
|-----------|-----------------|
| Magnitude | 30,000 lbforce  |
| Vector X  | -9,225 lbforce  |
| Vector Y  | 25,736 lbforce  |
| Vector Z  | -12,352 lbforce |
|           |                 |

Fuente: programa autodesk inventor

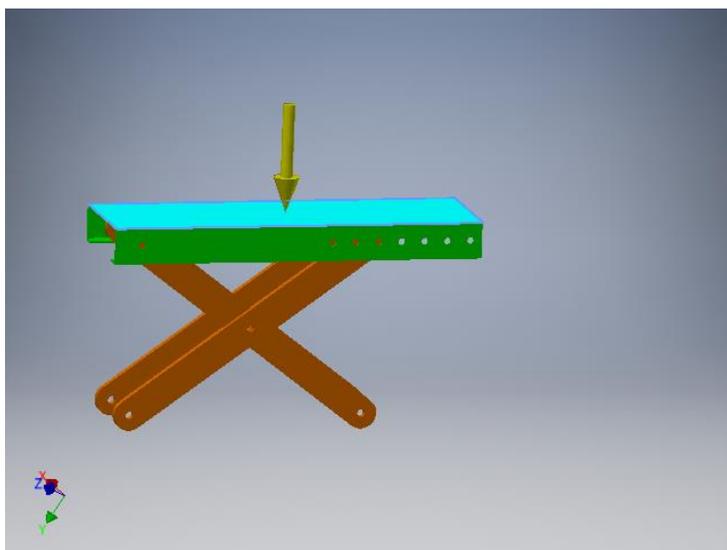


Figura 46. imagen de informe de programa Autodesk inventor  
Fuente: programa autodesk inventor

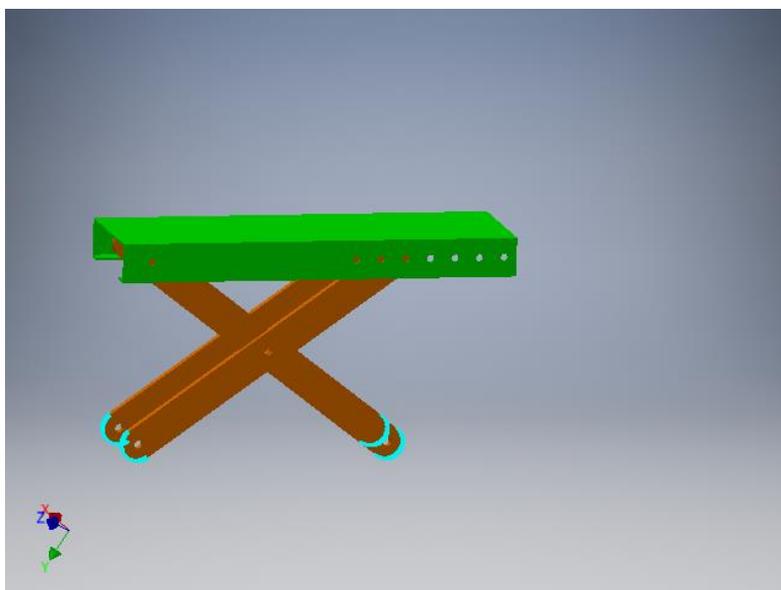


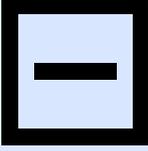
Figura 47. imagen de informe de programa Autodesk inventor  
Fuente: programa autodesk inventor

Tabla 7. Reaction Force and Moment on Constraints

| ConstraintName     | ReactionForce      |                      | ReactionMoment         |                          |
|--------------------|--------------------|----------------------|------------------------|--------------------------|
|                    | Magnitude          | Component (X,Y,Z)    | Magnitude              | Component (X,Y,Z)        |
| Fixed Constraint:1 | 3,78752<br>lbforce | 2,09914 lbforce      | 0,202526<br>lbforce ft | -0,16838<br>lbforce ft   |
|                    |                    | -0,892374<br>lbforce |                        | -0,0410908<br>lbforce ft |
|                    |                    | 3,02367 lbforce      |                        | 0,104769<br>lbforce ft   |
| Fixed Constraint:2 | 1,90434<br>lbforce | 0,578165<br>lbforce  | 0,764483<br>lbforce ft | 0,572984<br>lbforce ft   |
|                    |                    | -1,46334<br>lbforce  |                        | -0,186213<br>lbforce ft  |
|                    |                    | 1,07279 lbforce      |                        | -0,470583<br>lbforce ft  |
| Fixed Constraint:3 | 1,90434<br>lbforce | 0,578165<br>lbforce  | 0,764483<br>lbforce ft | 0,572984<br>lbforce ft   |
|                    |                    | -1,46334<br>lbforce  |                        | -0,186213<br>lbforce ft  |
|                    |                    | 1,07279 lbforce      |                        | -0,470583<br>lbforce ft  |
| Fixed Constraint:4 | 1,90434<br>lbforce | 0,578165<br>lbforce  | 0,764483<br>lbforce ft | 0,572984<br>lbforce ft   |
|                    |                    | -1,46334<br>lbforce  |                        | -0,186213<br>lbforce ft  |
|                    |                    | 1,07279 lbforce      |                        | -0,470583<br>lbforce ft  |
|                    |                    |                      |                        |                          |
|                    |                    |                      |                        |                          |

Fuente: programa autodesk inventor

Tabla 8. ResultSummary

|  Name | Minimum                 | Maximum        |
|--|-------------------------|----------------|
| Volume   | 63,3101 in <sup>3</sup> |                |
| Mass   | 6,1755 lbmass           |                |
| Von Mises Stress   | 0 ksi                   | 25,0578 ksi    |
| 1st Principal Stress   | -5,39759 ksi            | 24,1082 ksi    |
| 3rd Principal Stress   | -23,6398 ksi            | 10,0346 ksi    |
| Displacement   | 0 in                    | 186,634 in     |
| Safety Factor  | 1,59173 ul              | 15 ul          |
| Stress XX  | -18,582 ksi             | 17,0165 ksi    |
| Stress XY  | -6,42053 ksi            | 5,91929 ksi    |
| Stress XZ  | -8,81598 ksi            | 7,9971 ksi     |
| Stress YY  | -18,285 ksi             | 17,1586 ksi    |
| Stress YZ  | -9,36406 ksi            | 12,2847 ksi    |
| Stress ZZ  | -15,7719 ksi            | 17,5887 ksi    |
| X Displacement   | -57,5479 in             | 11,1178 in     |
| Y Displacement   | -13,7314 in             | 168,61 in      |
| Z Displacement   | -77,4605 in             | 20,8466 in     |
| EquivalentStrain   | 0 ul                    | 0,0022242 ul   |
| 1st Principal Strain   | -0,00000792305 ul       | 0,00206963 ul  |
| 3rd Principal Strain   | -0,00232006 ul          | 0,000009369 ul |
| Strain XX  | -0,00111235 ul          | 0,001419 ul    |
| Strain XY  | -0,00085452 ul          | 0,00078781 ul  |
| Strain XZ  | -0,00117334 ul          | 0,00106435 ul  |
| Strain YY  | -0,00160738 ul          | 0,00135163 ul  |
| Strain YZ  | -0,00124628 ul          | 0,00163499 ul  |
| Strain ZZ  | -0,00135636 ul          | 0,00142977 ul  |
| ContactPressure  | 0 ksi                   | 0,0901321 ksi  |
| ContactPressure X  | -0,0230941 ksi          | 0,00890486 ksi |

|                   |                |               |
|-------------------|----------------|---------------|
| ContactPressure Y | -0,0186891 ksi | 0,0701186 ksi |
| ContactPressure Z | -0,0517092 ksi | 0,0214653 ksi |

Fuente: programa autodesk inventor

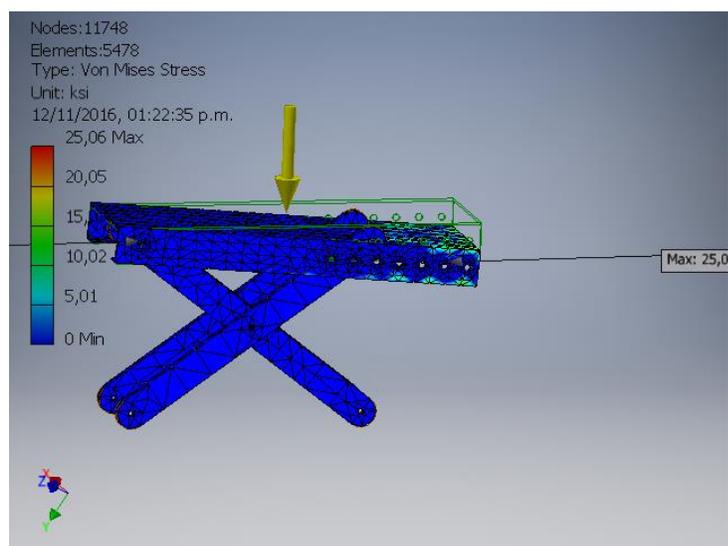


Figura 48. Ensamble de gato y motor

Fuente: programa autodesk inventor

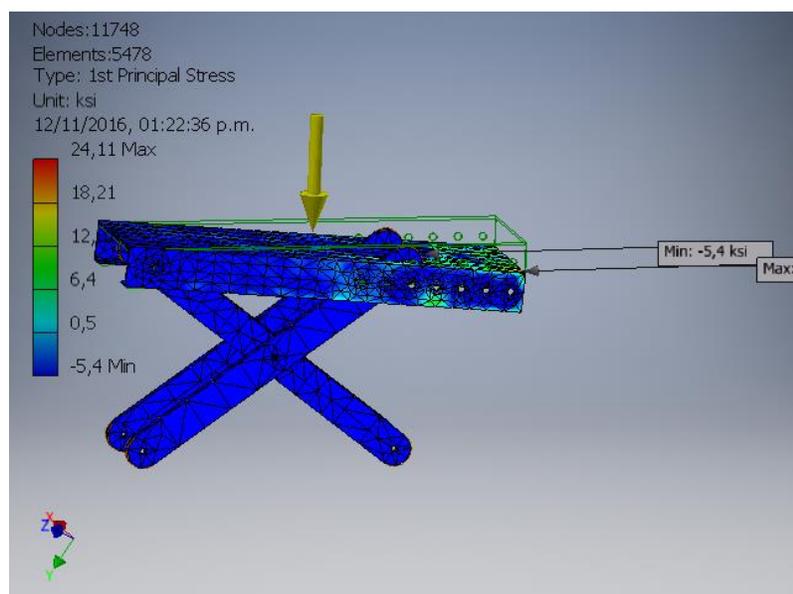


Figura 49. imagen de informe de programa Autodesk inventor

Fuente: programa autodesk inventor

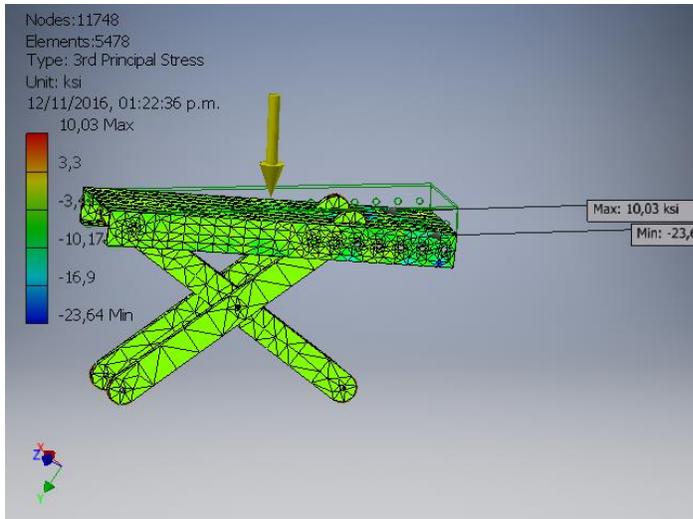


Figura 50. imagen de informe de programa Autodesk inventor  
Fuente: programa autodesk inventor

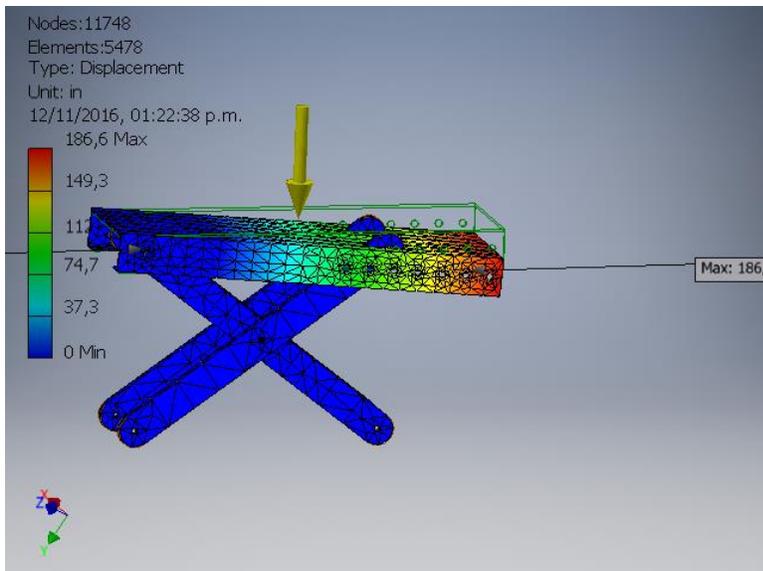
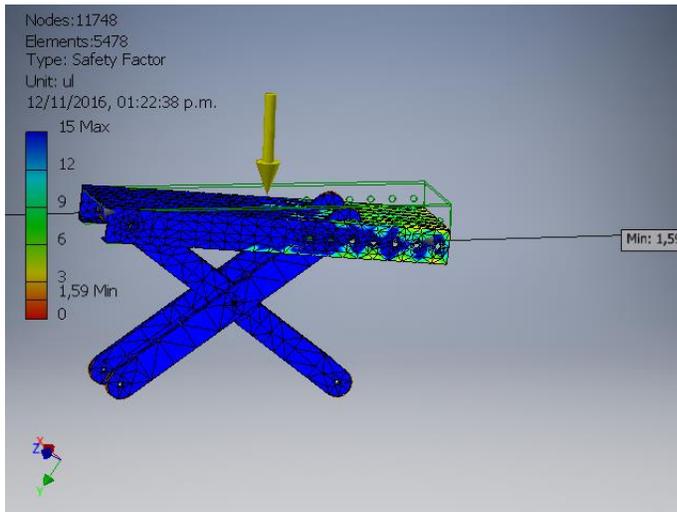
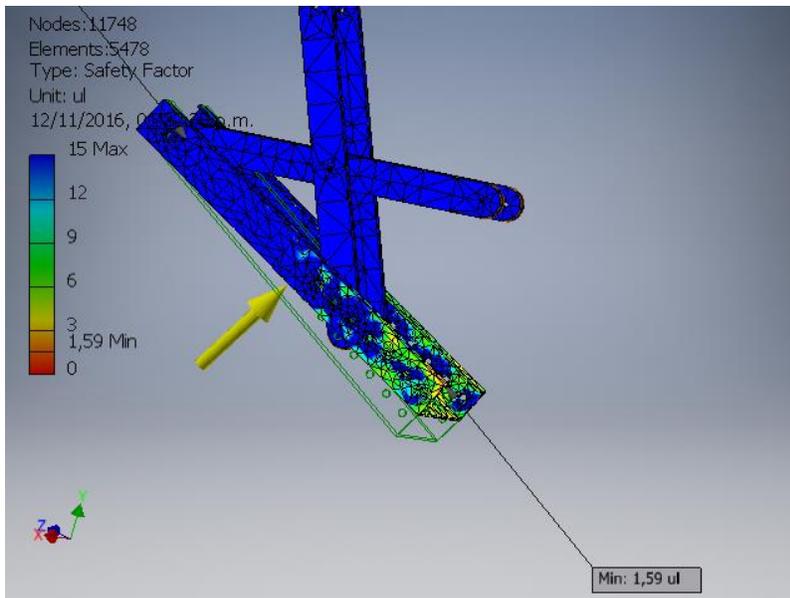


Figura 51. imagen de informe de programa Autodesk inventor  
Fuente: programa autodesk inventor



*Figura 52.* imagen de informe de programa Autodesk inventor  
 Fuente: programa autodesk inventor



*Figura 53.* imagen de informe de programa Autodesk inventor  
 Fuente: programa autodesk inventor

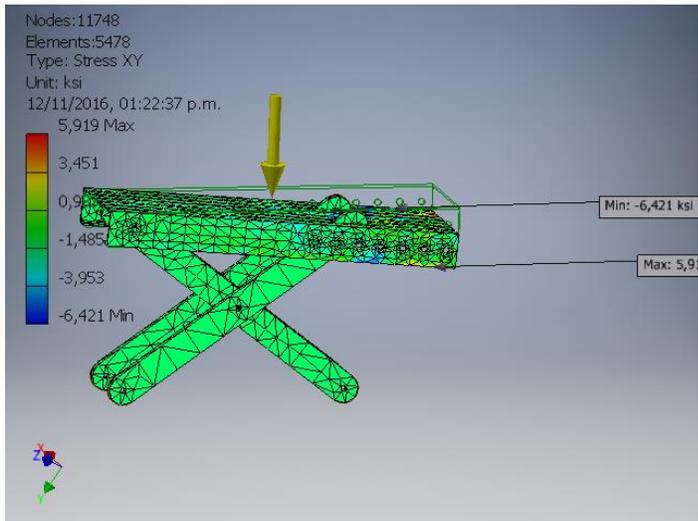


Figura 54. imagen de informe de programa Autodesk inventor  
 Fuente: programa autodesk inventor

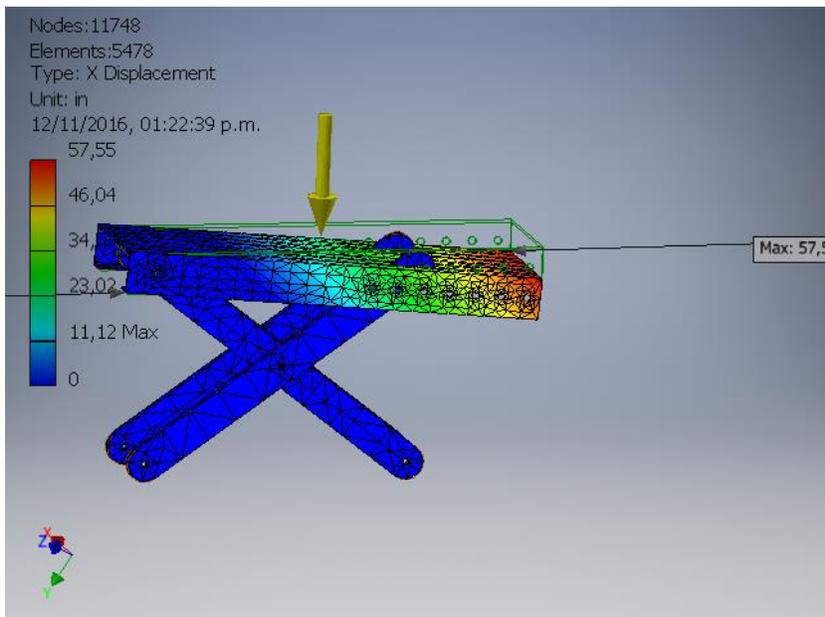


Figura 55. .imagen de informe de programa Autodesk inventor  
 Fuente: programa autodesk inventor

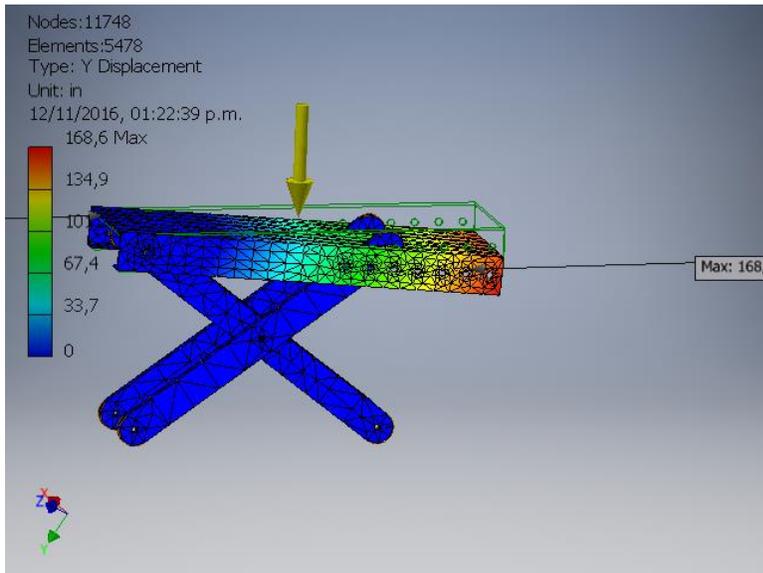


Figura 56. imagen de informe de programa Autodesk inventor  
 Fuente: programa autodesk inventor

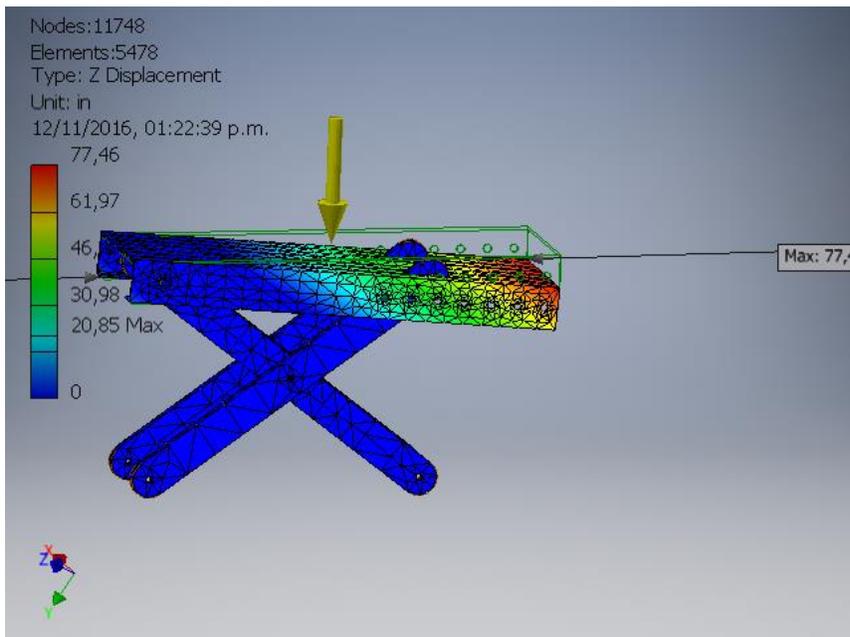


Figura 57. imagen de informe de programa Autodesk inventor  
 Fuente: programa autodesk inventor

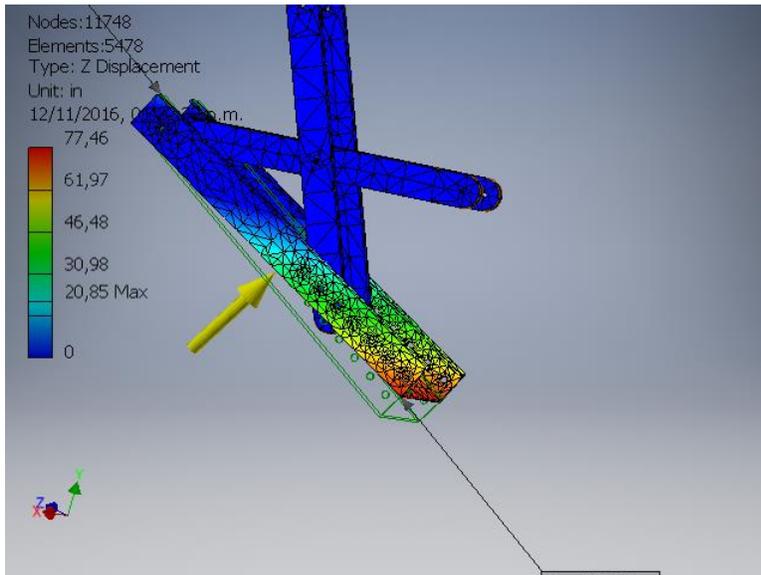


Figura 58. imagen de informe de programa Autodesk inventor  
 Fuente: programa autodesk inventor

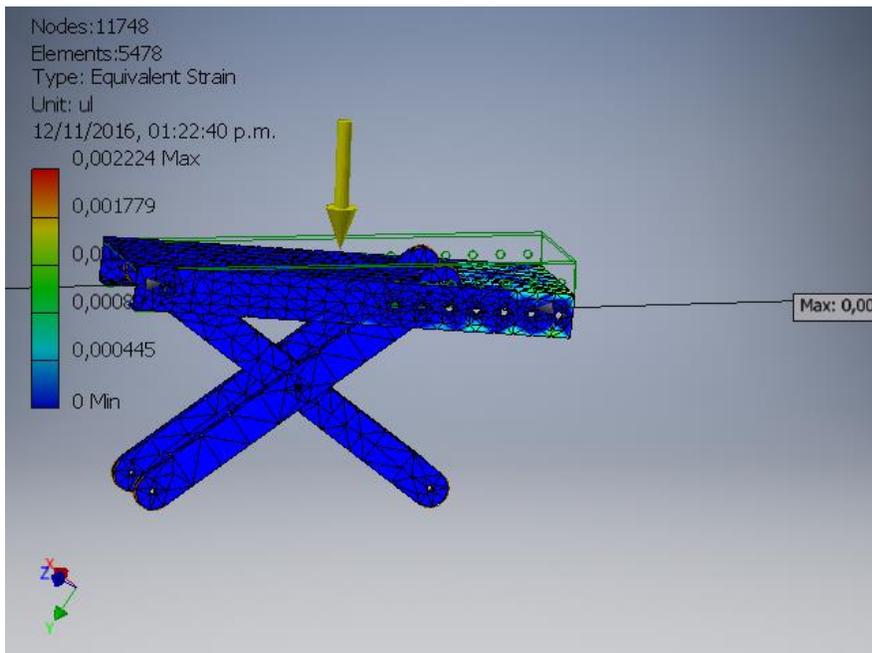


Figura 59. imagen de informe de programa Autodesk inventor  
 Fuente: programa autodesk inventor

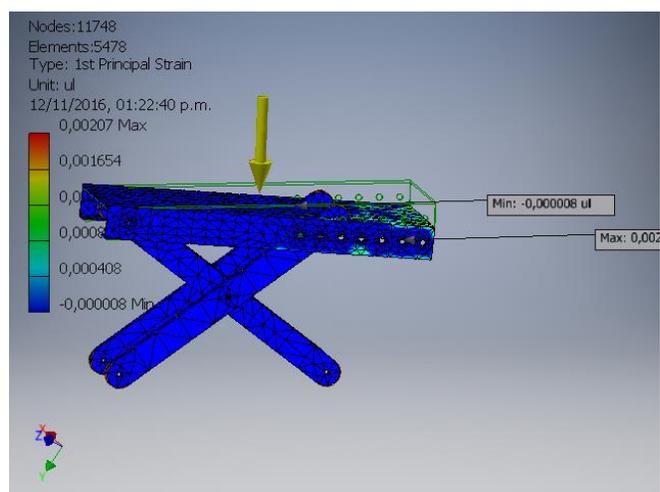


Figura 60. imagen de informe de programa Autodesk inventor  
Fuente: programa autodesk inventor

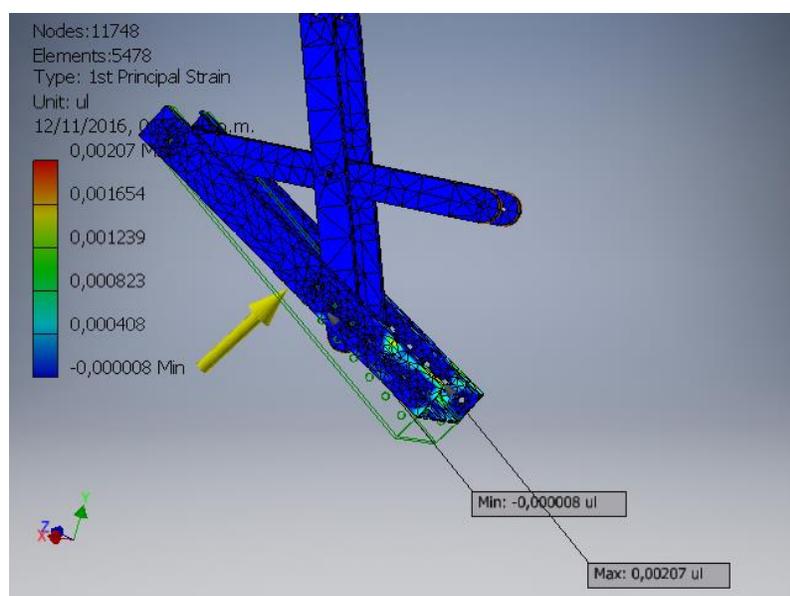


Figura 61. imagen de informe de programa Autodesk inventor  
Fuente: programa autodesk inventor

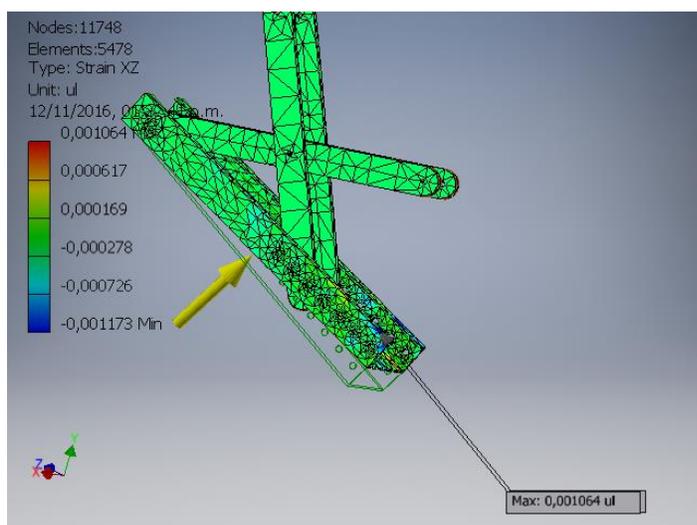


Figura 62. imagen de informe de programa Autodesk inventor  
Fuente: programa autodesk inventor

## **6. Metodología**

### **6.1. Tipo de estudio**

Para el diseño de este proyecto, se realizó una búsqueda en internet, en donde se identificaron varios tipos de gatos eléctricos que servirán como guía para el rediseño.

### **6.2. Método: Inductivo**

Se va a partir de un problema o situación presentada en la empresa y va a permitir elaborar un documento.

### **6.4. Instrumentos de recolección de información**

**6.4.1 Fuentes primarias:** Encuestas, observación directa y entrevistas

**6.4.2 Fuentes secundarias:** Libros técnicos, revistas técnicas, catálogos, periódicos e internet

## 7. Conclusiones

A través de este programa de diseño (Autodesk inventor) los estudiantes pueden desarrollar y simular piezas de la industria con sus medidas y material requerido, realizando pruebas de resistencia de materiales y fuerzas aplicadas así al llevarlos a la realidad podemos disminuir pérdidas de materiales y tiempos.

Este programa tiene una librería muy completa con medidas en sistemas europeo y americano ya que en la industria se ven las dos medidas.

Se seleccionó el programa Autodesk ya que es el más comercial y es el más utilizado en universidades e industrias.

Los estudiantes tuvieron que investigar más a fondo a cerca de tipos de motores, acoples de motores, conexiones eléctricas, tipos de voltajes, cargas mecánicas, sensores, tipos de sensores.

Se elaboró un manual para que en el momento del operario utilizar esta herramienta tenga un correcto uso para su seguridad y por el cuidado de los bienes de los clientes.

Al desarrollar piezas de la industria para cualquier proyecto se puede estar en la posibilidad de hallar cualquier punto de falla o de quiebre de la pieza y así poder dar al cliente y a la industria parámetros exactos para su buen desempeño para mejorar la labor del trabajador.

Al simular y tener todos los parámetros de las piezas del gato en Autodesk inventor se pueden comprar con exactitud los complementos electrónicos con las potencias y cargas exactas y así tener un ahorro más en tiempo en materiales y se podrá tener más eficiencia y calidad en su fabricación.

Este gato se diseñó para el centro de servicio de Dimerca S.A el cual tiene capacidad para recibir motos de bajo y alto cilindraje por eso lo acoples el control y el motor tienen un alto rango para soportar cualquier tipo de motocicleta.

## **8. Recomendaciones**

Al momento de la fabricación del gato es importante tener en cuenta las partes o implementos que lo conforman excedan un poco el rango del que se simulo para tener un mejor rango de calidad

Al momento de ensamble de todo el gato mecánico con la parte eléctrica se recomienda que lo haga un personal calificado para su correcto ensamble

Este gato se puede utilizar en cualquier centro de servicio por esto los acoples el motor y el control se deben utilizar de acuerdo a la categoría del taller y a las motos que se van a trabajar

## 9. Referencias bibliográficas

Ensamble. (30 de 8 de 2016). *Ensamble*. Recuperado el 30 de 8 de 2016, de <http://es.thefreedictionary.com/ensamblaje>

Motores. (30 de 8 de 2016). *Motores*. Recuperado el 30 de 8 de 2016, de <https://www.ro-des.com/blog/tipos-de-motores-y-sus-caracteristicas>

Sol i Clima. (2012). Obtenido de <http://news.soliclimate.com/divulgacion/solar-fotovoltaica/la-instalacion-fotovoltaica-autonoma-en-que-consiste>

Telecinco. (14 de 02 de 2016). Obtenido de [http://www.telecinco.es/informativos/tecnologia/arbol-israel-wifi-electricidad\\_0\\_1882125184.html](http://www.telecinco.es/informativos/tecnologia/arbol-israel-wifi-electricidad_0_1882125184.html)

wikipedia. (20 de 10 de 2016). *tipos-de-motores-y-sus-caracteristicas*. Recuperado el 15 de 10 de 2016, de tipos-de-motores-y-sus-caracteristicas: <https://www.ro-des.com/blog/tipos-de-motores-y-sus-caracteristicas>

Wikipedia. (29 de 10 de 2016). *wikipedia.org*. Recuperado el 29 de 10 de 2016, de <https://es.wikipedia.org>

[https://es.wikipedia.org/wiki/Autodesk \*\*Inventor\*\*](https://es.wikipedia.org/wiki/Autodesk_Inventor)

[https://es.wikipedia.org/wiki/Autodesk \*\*Inventor\*\*](https://es.wikipedia.org/wiki/Autodesk_Inventor)

<http://www.autodesk.es/products/inventor/features/all>

[file:///C:/Users/Usuario/Desktop/motores%203D/ensamble%20gato%20Stress%20Analysis%20Report%2012\\_11\\_2016.html](file:///C:/Users/Usuario/Desktop/motores%203D/ensamble%20gato%20Stress%20Analysis%20Report%2012_11_2016.html)



## **Anexo 1: Recomendaciones uso y mantenimiento del gato electrico**

### **Manual de uso y mantenimiento preventivo y correctivo de un gato mecánico**

Antes de usar el gato mecánico se debe primero leer el manual de uso adecuadamente.

Nota: el operario debe leer el manual antes de usarlo y debe cumplir con los siguientes requisitos; estar capacitado para usar el gato, debe de usar los elementos de protección.

1. Antes de usar el gato, debemos de saber cómo es la posición adecuada para colocarlo de bajo de la moto adecuadamente y en una superficie firme y plana para una buena estabilidad en el momento de usarlo.

2. Luego de esto debemos de saber cuál es la altura de la moto para así colocarlo o graduarlo en la posición correcta en la que el gato se va levantar, ya que el gato tiene unas perforaciones y una varilla para graduar la posición.

3. Se coloca el gato debajo de la moto en la que se va a realizar el montaje.

4. Luego el operario debe de ir a la caja de control eléctrico, darle el pulsador de star, para encender el sistema.

5. Luego de energizar el sistema pasamos a darle el botón de up “subir” hasta llegar al nivel adecuado de altura.

6. Por último para que el trabajo sea más seguro el operario debe poner el seguro al gato para que no se baje solo o no le gane el peso y se desenergiza el sistema.

7. Luego acabar el mantenimiento de la motocicleta, se le quita el seguro del gato y se desenergiza el sistema, Finalmente se le da el botón get low “bajar” hasta que se pueda retirar el gato y se pueda sacar.

Para realizar el mantenimiento adecuado del gato, motor y control se debe tener en cuenta lo siguiente:

El gato periódicamente se debe de lubricar totalmente sus partes expuestas a la corrosión con un lubricante penetrante, el tornillo sin fin se le debe de aplicar un aceite iso 220 para un correcto uso.

Mínimo cada seis meses se debe de bajar las tapas y rotor del motor para revisar el sistema de ventilación, rodamientos, devanado, y limpiar las conexiones eléctricas luego se vuelve a montar y se ensaya como queda el amperaje y la corriente y como trabaja

Cada 3 meses mínimo dependiendo del uso se deberá reapretar todo el control y verificar sus señales, se deberá bajar y desarmar el contactor de potencia y hacerle mantenimiento.