

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

TESIS DE GRADO PARA LA OBTENCION DEL TITULO DE
INGENIERO EN MECANICA AUTOMOTRIZ

Diseño, construcción de un Go kart eléctrico desarrollando
sistemas que maximicen su autonomía.

CARLOS RICARDO MORENO BASTIDAS
DARKO LUIS VIVANCO MUÑOZ

DIRECTOR: ING. JUAN FERNANDO IÑIGUEZ.

NOVIEMBRE, 2011

Quito, Ecuador

CERTIFICACION

CARLOS RICARDO MORENO BASTIDAS, DARKO LUIS VIVANCO MUÑOZ, declaramos que somos autores exclusivos de la presente investigación y que ésta es original, auténtica y personal nuestra. Todos los efectos académicos y legales que se desprendan de la presente investigación serán de mi exclusiva responsabilidad.

.....

CARLOS RICARDO MORENO BASTIDAS

CI: 171739644-2

.....

DARKO LUIS VIVANCO MUÑOZ

CI: 171450023-6

Yo, JUAN FERNANDO IÑIGUEZ, declaro que, en lo que yo personalmente conozco, los Señores CARLOS RICARDO MORENO BASTIDAS, DARKO LUIS VIVANCO, son los autores exclusivos de la presente investigación y que ésta es original, auténtica y personal suya.

.....

ING. JUAN FERNANDO IÑIGUEZ

DIRECTOR DE TESIS

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento especial en primer lugar va dirigido a DIOS. A mis padres que con su esfuerzo, y sacrificio lograron que esta gran meta el de ser un profesional se realice, a mi hermana por estar conmigo en mis buenos y malos momentos, a mis abuelitos que siempre han estado a mi lado con su incondicional apoyo.

Al Ingeniero Juan Fernando Iñiguez que nos ha guiado para terminar este gran proyecto, y un agradecimiento especial a Alex Imbaquingo.

Mi extensivo agradecimiento a los directivos de la facultad de Ingeniería Automotriz, a mis compañeros que llegaron a ser mis amigos.

Ricardo Moreno B.

Quiero agradecer a mis padres y hermanos que me estuvieron guiando siempre por el camino del bien, con su ejemplo. Y me estuvieron impulsando para culminar mi carrera.

Un agradecimiento a mis profesores en especial a Juan Fernando Iñiguez nuestro director y a Alex Imbaquingo que nos brindo su ayuda.

Darko Vivanco M.

DEDICATORIA

Este proyecto va dedicado a mi señor, Jesucristo, a toda mi familia, por haberme enseñado, a ser un hombre, de bien con, valores morales y éticos.

Que con cariño, esfuerzo y esmero me han enseñado a seguir adelante, y nunca rendirme ante los obstáculos de la vida.

La única herramienta que nos salva de la derrota es la constancia, cumplir con nuestros sueños, y seguir siempre hacia adelante porque la vida es un regalo y hay que saberlo disfrutar.

Gracias a todas las personas que siempre ha estado en mi vida apoyándome.

Ricardo Moreno B.

Dedico esta tesis a mis padres que siempre me estuvieron apoyando y guiando para sacar adelante.

A mis hermanos que con su apoyo me aconsejaron y tuvieron siempre fe en mí.

Y a todos los que siempre creyeron en mí.

Darko Vivanco M.

SÍNTESIS

Esta tesis de grado es un trabajo de experimentación en el que adaptamos un motor eléctrico y dos sistemas de cargas en un Go kart, con el fin de maximizar la autonomía de las baterías.

Escogimos este tema basándonos en la hipótesis de que en el futuro los vehículos eléctricos reemplacen a los vehículos de combustibles fósiles. Nuestro aporte con esta tesis, es la de buscar una solución sustentable en el tema de vehículos ecológicos sin emisiones de gases.

El proceso comenzó con la búsqueda del chasis que íbamos a modificar y el motor que incorporaríamos.

Una vez con los elementos necesarios hicimos las siguientes adecuaciones:

- Se adaptó el motor en la parte trasera del vehículo con una barra de acero directo al chasis, y una abrazadera para la disminución de las vibraciones.
- Realizamos soportes en los costados del go kart para las 3 baterías de 12 voltios que conectados en serie hacen los 36 voltios que necesita el motor para funcionar.
- En la parte superior de las baterías, colocamos 3 marcos con medidas específicas, que sirvieron para instalar los 3 paneles solares para cada batería, de 12 voltios cada uno.

- En la parte posterior, en el eje, adecuamos una polea que va conectada por medio de una banda a un alternador de 36 voltios. La idea inicial fue que el alternador funcione como freno regenerativo, dado que la inercia del vehículo era muy baja decidimos adaptar el alternador para que esté funcionando todo el tiempo (movimiento perpetuo), que finalmente tampoco resultó como tal.

Resultados:

Al inicio de las pruebas notamos que teníamos un problema de velocidad en el vehículo, ya que este no superaba los 20km/h de velocidad máxima, optamos por cambiar el piñón del motor y la catalina del eje, logrando una velocidad máxima de 50 km/h, consiguiendo 150% más.

Tuvimos resultados muy positivos con los paneles solares mejorando la autonomía de las baterías, pero con el alternador en modo de movimiento perpetuo tuvimos resultados muy desalentadores, descargando las baterías muy tempranamente.

Nuestra sugerencia en futuras investigaciones es la de crear una caja de cambios para poder alcanzar velocidades más altas que aumentaría la distancia de autonomía. O la de crear un diferencial para el eje trasero y así, disminuir el esfuerzo del eje y del motor al entrar en una curva, mejorando el tiempo de la duración de la carga en las baterías y logrando aumentar la autonomía.

SUMMARY

This Grade Thesis is an experimental work in which we wanted to bring an electric motor and a system of charges in a go kart in order to maximize battery life.

We chose this theme based on the assumption that future electric cars replace fossil fuel vehicles. Our contribution with this thesis is to find a sustainable solution to the issue of environmentally friendly vehicles with no gas emissions.

The process began with the search of the chassis and the engine that we would modify and incorporate.

- Once we had the necessary elements, we made the following adjustments:
We adapted the engine in the rear of the vehicle with a steel chassis and direct the clip for the reduction of vibration.
- We support on the sides of the go kart for the 3 batteries of 12 volt each connected in series to make the 36 volt motor needs to function.
- At the top of the batteries, put 3 frames with specific measures, which were used to install the 3 solar panels for each battery of 12 volts each.
- In the rear, on the axis, we adapt a pulley that is attached by a band to a 36-volt alternator. The initial idea was that the alternator works as regenerative braking, since the inertia of the vehicle was very low we decided to adapt the

generator to be running all the time (perpetual motion), which ultimately proved not as such.

Results:

At the beginning of the tests we noticed we had a problem in the vehicle speed, as this did not exceed 20km / h speed limit, we decided to change the motor pinion shaft and sprocket, achieving a maximum speed of 50 km / h speed limit getting 150% more.

We had very positive results with the solar panels to improve the battery life, but with the alternator in perpetual motion so we had very disappointing results, discharging the battery too early.

Our suggestion for future research is to create a gearbox in order to reach higher speeds, would increase the distance of autonomy. Or to create a differential for the rear axle and thereby lower the effort of the motor shaft and entering a curve, improving the time duration of the load on the batteries and achieving increased autonomy.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|---|
| CAPÍTULO 1 | 1 |
| Introducción..... | 1 |
| 1.1. OBJETIVO GENERAL..... | 2 |
| 1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 2 |
| 1.3. JUSTIFICACIÓN | 2 |
| 1.4. META | 3 |
| CAPÍTULO 2 | 4 |
| 2.1. ENERGÍAS RENOVABLES..... | 4 |
| 2.1.1. Energía eólica..... | 5 |
| 2.1.2. Energía geotérmica | 5 |
| 2.1.3. Energía solar | 6 |
| CAPÍTULO 3 | 7 |
| Diseño y construcción del Go Kart eléctrico..... | 7 |
| 3.1. MOTORES DE CORRIENTE CONTINÚA..... | 7 |
| 3.1.1 Definición de motores eléctricos | 7 |
| 3.1.2 Principio de funcionamiento de un motor eléctrico..... | 7 |
| 3.1.3. Partes del motor | 8 |
| 3.1.3.1. Parte mecánica | 9 |
| 3.1.3.1.1. Carcasa | 9 |

| | |
|---|----|
| 3.1.3.1.2. Inducido..... | 9 |
| 3.1.3.2. Parte electromagnética..... | 10 |
| 3.1.4. Funcionamiento del motor eléctrico..... | 10 |
| 3.1.5. Clasificación del motor eléctrico de corriente continúa..... | 12 |
| 3.1.5.1. Motor conexión paralelo..... | 13 |
| 3.1.5.2. Motor conexión serie..... | 13 |
| 3.1.5.3. Motor conexión compuesta..... | 13 |
| 3.1.6. Cálculo de selección del motor..... | 13 |
| 3.1.7. Análisis de selección del motor eléctrico..... | 15 |
| 3.1.8. Control de giro de motores de corriente continúa..... | 15 |
| 3.1.8.1. Fuentes simétricas o doble fuente..... | 16 |
| 3.1.8.2. Fuente común..... | 17 |
| 3.1.9. Control de velocidad..... | 17 |
| 3.2. ACUMULADORES..... | 18 |
| 3.2.1. Concepto del acumulador..... | 18 |
| 3.2.1.1. Funcionamiento del acumulador..... | 19 |
| 3.2.1.2. Partes de un acumulador..... | 21 |
| 3.2.2. Tipos de acumuladores..... | 22 |
| 3.2.2.1. Acumuladores de arranque..... | 22 |
| 3.2.2.2. Acumuladores de tracción..... | 23 |

| | |
|--|----|
| 3.2.2.3. Acumuladores de litio | 24 |
| 3.2.3. Cálculo de selección del acumulador | 25 |
| 3.2.4. Selección del acumulador | 25 |
| 3.2.4.1. Características del acumulador seleccionado | 27 |
| 3.3. PANEL SOLAR FOTOVOLTAICO | 28 |
| 3.3.1. El sol..... | 28 |
| 3.3.1.1. Radiación solar..... | 28 |
| 3.3.1.1.1. Radiación solar en el Ecuador..... | 31 |
| 3.3.1.2. Usos y aplicaciones..... | 31 |
| 3.3.1.3. Energía fotovoltaica..... | 32 |
| 3.3.2. Funcionamiento del panel solar fotovoltaico..... | 32 |
| 3.3.3. Composición del panel fotovoltaico | 34 |
| 3.3.4. Partes de un panel solar..... | 35 |
| 3.3.4.1. Vidrio templado anti reflejo | 35 |
| 3.3.4.2. Encapsulado (EVA) | 35 |
| 3.3.4.3. Celdas fotovoltaicas | 35 |
| 3.3.4.4. Lamina de respaldo..... | 35 |
| 3.3.4.5. Caja de empalmes..... | 35 |
| 3.3.4.6. Marco de aluminio | 35 |
| 3.3.5. Tipos de paneles solares..... | 36 |

| | |
|--|----|
| 3.3.5.1. Silicio puro mono cristalino..... | 36 |
| 3.3.5.2. Silicio puro poli cristalino | 37 |
| 3.3.5.3. Silicio amorfo..... | 37 |
| 3.3.5.4. Arseniuro de galio..... | 38 |
| 3.3.6. Cálculo de paneles solares práctico para no usar acumuladores | 38 |
| 3.3.7. Cálculo de paneles solares teórico para no usar acumuladores | 39 |
| 3.3.8. Características del panel seleccionado | 39 |
| 3.4. MOVIMIENTO PERPETUO..... | 40 |
| 3.4.1. Concepto del movimiento perpetuo..... | 40 |
| 3.4.2. Partes..... | 41 |
| 3.4.2.1. Carcasa | 41 |
| 3.4.2.2. Estator | 41 |
| 3.4.2.3. Rotor..... | 41 |
| 3.4.2.4. Escobillas o carbones..... | 41 |
| 3.4.2.5. Porta carbones | 41 |
| 3.4.3. Funcionamiento del movimiento perpetuo (alternador)..... | 43 |
| 3.2.4. Construcción | 45 |
| 3.4.4.1. Cuadro de modificación del alternador (DELCO REMI) | 45 |
| 3.4.4.2. Características del alternador modificado | 45 |
| 3.4.4.2.1. Estator | 45 |

| | |
|--|----|
| 3.4.4.2.2 Rotor..... | 46 |
| 3.4.4.3. Proceso de construcción | 46 |
| 3.4.5. Cálculo de carga del alternador..... | 51 |
| 3.4.5.1. Qué es la fuerza electromotriz..... | 51 |
| 3.4.5.2. Cálculo del alternador..... | 52 |
| CAPÍTULO 4 | 54 |
| Ensamblaje del Go Kart eléctrico | 54 |
| 4.1. MONTAJE DE LOS DISTINTOS SISTEMAS DESARROLLADOS | 54 |
| 4.1.1. Montaje del sistema de movimiento perpetuo | 56 |
| 4.1.2. Montaje de los paneles solares | 56 |
| 4.1.3. Montaje del motor eléctrico | 59 |
| 4.2. FUNCIONAMIENTO DEL CONTROL DE VELOCIDAD Y DE GIRO DEL MOTOR..... | 61 |
| 4.3. ESTRUCTURA DEL CHASIS DEL GO KART..... | 64 |
| 4.4. ANÁLISIS DE ESFUERZOS | 66 |
| 4.4.1. Tubería utilizada en el programa inventor | 68 |
| 4.5. CÁLCULO DE COEFICIENTE DE SEGURIDAD | 73 |
| 4.6. CONSUMO DEL MOTOR | 74 |
| 4.6.1. Consumo del motor sin sistemas de carga..... | 76 |
| 4.6.2. Consumo con los sistemas de carga..... | 78 |
| 4.6.2.1. Consumo con los paneles solares..... | 78 |

| | |
|--|-----|
| 4.6.2.2. Consumo del sistema de movimiento perpetuo | 79 |
| 4.7. COMPARACIÓN DE LOS DISTINTOS SISTEMAS INCORPORADOS..... | 81 |
| CONCLUSIONES..... | 83 |
| RECOMENDACIONES | 84 |
| BIBLIOGRAFÍA | 85 |
| ANEXOS | 87 |
| Anexo 1 Reporte del programa Inventor | 87 |
| Anexo 2 Fotografía pruebas sin sistemas de carga | 117 |
| Anexo 3 Fotografía pruebas con sistemas de carga (PANEL SOLAR) | 118 |
| Anexo 4 Recorte de Carburando (vehículos eléctricos son su autonomía)..... | 120 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 3.1. Motor eléctrico..... | 8 |
| Figura 3.2. Esquema del motor eléctrico..... | 8 |
| Figura 3.3. Inducido..... | 9 |
| Figura 3.4. Partes electromagnéticas de un motor eléctrico..... | 10 |
| Figura 3.5. Funcionamiento del motor de corriente continua..... | 11 |
| Figura 3.6. Funcionamiento del motor corriente continua..... | 11 |
| Figura 3.7. Clasificación de los motores de corriente continua..... | 12 |
| Figura 3.8. Sentido de giro simétrico o doble fuente..... | 16 |
| Figura 3.9. Control de giro fuente común..... | 17 |
| Figura 3.10. Modulación de control de giro del motor..... | 18 |
| Figura 3.11. Funcionamiento del acumulador..... | 19 |
| Figura 3.12. Reacción química del acumulador..... | 20 |
| Figura 3.13. Partes del acumulador..... | 21 |
| Figura 3.14. Acumulador de arranque..... | 22 |
| Figura 3.15. Acumulador de tracción..... | 23 |
| Figura 3.16. Acumulador de litio..... | 24 |
| Figura 3.17. Características del acumulador a seleccionar..... | 27 |
| Figura 3.18. Radiación solar..... | 29 |
| Figura 3.19. Radiación solar global enero..... | 30 |

| | |
|---|----|
| Figura 3.20. Radiación solar global julio..... | 30 |
| Figura 3.21. Radiación solar hacia el panel..... | 32 |
| Figura 3.22. Fotones transmiten energía a electrones | 33 |
| Figura 3.23. Se rompe barrera potencial y salida de electricidad..... | 33 |
| Figura 3.24. Silicio Poli cristalino..... | 34 |
| Figura 3.25. Partes de un panel solar | 36 |
| Figura 3.26. Panel solar mono cristalino | 36 |
| Figura 3.27. Panel solar poli cristalino..... | 37 |
| Figura 3.28. Panel solar seleccionado | 40 |
| Figura 3.29. Diagrama del panel solar | 40 |
| Figura 3.30. Partes de un alternador..... | 42 |
| Figura 3.31. Funcionamiento básico de un alternador | 43 |
| Figura 3.32. Principio de funcionamiento del alternador | 44 |
| Figura 3.33. Rotor | 46 |
| Figura 3.34. Bobinado | 47 |
| Figura 3.35. Construcción de bobinas..... | 47 |
| Figura 3.36. Bobinas construidas..... | 48 |
| Figura 3.37. Verificación de bobinado | 48 |
| Figura 3.38. Baño de barniz del bobinado..... | 49 |
| Figura 3.39. Sujeción de los cables de fases | 49 |

| | |
|--|----|
| Figura 3.40. Instalación de las coronillas | 50 |
| Figura 3.41. Alternador armado..... | 51 |
| Figura 3.42. Principio de funcionamiento (FEM) | 52 |
| Figura 4.1 Adaptación de la polea..... | 54 |
| Figura 4.2 Adaptación de barras del alternador lado posterior..... | 55 |
| Figura 4.3 Adaptación de barras del alternador lado frontal..... | 55 |
| Figura 4.4 Sistema armado del sistema de movimiento perpetuo..... | 56 |
| Figura 4.5 Marco del panel solar lado 1 | 57 |
| Figura 4.6 Marco del panel solar lado 2 | 57 |
| Figura 4.7 Marco del panel solar lado 3 y vista frontal | 58 |
| Figura 4.8 Sistema de carga de paneles solares montados..... | 59 |
| Figura 4.9 Soporte del eje del motor eléctrico | 59 |
| Figura 4.10 Montaje del motor eléctrico | 60 |
| Figura 4.11 Soporte tipo abrazadera del motor eléctrico..... | 60 |
| Figura 4.12 Catalina y piñón del motor eléctrico | 61 |
| Figura 4.13 Estructura del Go kart vista 3D..... | 64 |
| Figura 4.14 Puntos de esfuerzos vista 1 | 66 |
| Figura 4.15 Puntos de esfuerzos vista 2 | 67 |
| Figura 4.16 Desplazamiento..... | 69 |
| Figura 4.17 Esfuerzo normal | 70 |

| | |
|---|----|
| Figura 4.18 Esfuerzo normal (Ampliado)..... | 71 |
| Figura 4.19 Punto de torsión | 72 |
| Figura 4.20 Punto de torsión (Ampliado)..... | 73 |
| Figura 4.21 Circuito recorrido con el Go Kart eléctrico..... | 74 |
| Figura 4.22 Inicio del circuito (altura 2445m)..... | 75 |
| Figura 4.23 Punto más alto de la pista (altura 2462m)..... | 76 |
| Figura 4.24. Línea de consumo del motor sin fuentes de carga..... | 77 |
| Figura 4.25. Línea de consumo del motor con los paneles solares..... | 79 |
| Figura 3.26. Línea de consumo del motor con el sistema del movimiento perpetuo. | 80 |
| Figura 4.27 Líneas de consumos del motor (Comparativo)..... | 81 |
| Figura 4.28 Cuadro estadístico de consumos del motor (Comparativo)..... | 82 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 3.1. Características de los tipos de acumuladores | 26 |
| Tabla 3.2. Características del acumulador seleccionado | 27 |
| Tabla 3.3. Comparación de modificaciones del alternador..... | 45 |
| Tabla 4.1. Detalle de los pesos ejercidos sobre el chasis | 67 |
| Tabla 4.2. Resultados pruebas sin carga | 77 |
| Tabla 4.3. Resultados con fuente de carga (PANELES SOLARES). | 78 |
| Tabla 4.4. Resultados con fuente de carga (MOVIMIENTO PERPETUO)..... | 80 |

CAPÍTULO 1.

Introducción

Debido a la contaminación ambiental y la crisis de combustibles fósiles que se viene para el futuro, hemos planteado realizar una alternativa ecológica, que consiste en realizar un Go Kart eléctrico buscando la mayor autonomía, con la mayor cantidad de sistemas de carga de acumuladores.

La idea de realizar esta investigación en un Go Kart, es para que en el futuro con los distintos sistemas de carga que estarán implementados en el mismo, se puedan implementar en vehículos más grandes, y así lograr nuestro objetivo principal, que es minorar la contaminación, que es emitida por los vehículos de combustión interna.

Lo que se quiere lograr con este vehículo es que se realicen la menor carga a las baterías con la corriente alterna, esto no quiere decir que no se van a realizar este tipo de carga, por lo tanto como ya está especificado anteriormente, nosotros queremos lograr la mayor autonomía con varios sistemas de carga de baterías.

En el Go kart eléctrico trabaja con un motor de 2 HP de 36 voltios con 3 acumuladores que están conectados en serie.

Los sistemas de carga que tiene el Go Kart eléctrico son los siguientes:

Tiene 3 paneles solar fotovoltaico que están conectados a cada acumulador, el sistema que se ha experimentado llamado movimiento perpetuo que básicamente como su nombre lo indica es una máquina que hipotéticamente sería capaz de funcionar eternamente, solo sería necesario un impulso inicial y el movimiento no pararía, y no se necesitará de energía externa, en nuestro caso nosotros experimentamos con un alternador de 36 voltios que está conectado al eje de las ruedas, también poseerá un sistema por el cual se pueda cargar el vehículo con la corriente alterna.

1.1. OBJETIVO GENERAL.

Construir un Go Kart eléctrico buscando la mejor autonomía para la carga de los acumuladores con los varios sistemas de carga.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Determinar el aporte del panel solar.
- Determinar el aporte del sistema de movimiento perpetuo (alternador).
- Comprobar la autonomía del acumulador.

1.3.- JUSTIFICACIÓN.

Es muy importante conocer que en estos momentos debido a la contaminación ambiental, el planeta está sufriendo cambios climáticos, (calentamiento global) por este motivo nuestro afán principal es encontrar energías renovables y limpias, por lo que se determinó diseñar y construir un Go Kart eléctrico para así poder buscar la mayor carga para los acumuladores.

La idea de realizar esta investigación en un Go Kart, es para que en el futuro con los distintos sistemas de carga que estarán implementados en el mismo, se puedan implementar en vehículos más grandes, y así lograr nuestro objetivo principal, que es minorar la contaminación, que es emitida por los vehículos de combustión interna.

En nuestra investigación se propuso experimentar e investigar con el sistema del movimiento perpetuo, el cual es un sistema que siempre va a regenerar la energía que se consume, la experimentación se va a realizar con un alternador. Con esta innovación se quiere lograr que el Go Kart eléctrico funcione sin ningún tipo de carga externa como la energía eléctrica.

1.4.- META.

El presente proyecto tiene como meta el construir y diseñar un Go Kart eléctrico incorporando varios dispositivos, como los paneles solares y experimentar con la teoría del movimiento perpetuo, para así obtener mayor autonomía para la carga de los acumuladores.

CAPÍTULO 2

Marco teórico.

2.1.- ENERGÍAS RENOVABLES.

Este tipo de energía es un recurso natural que puede aprovecharse de distintas maneras como en las industrias o en el sector automotriz que es en nuestro caso lo queremos incorporar.

Renovable, por su parte, es aquello que puede renovarse. El verbo renovar está vinculado a reemplazar algo, poner de nuevo, transformar o restablecer algo que se había interrumpido.

La noción de energía renovable hace mención al tipo de energía que puede obtenerse de fuentes naturales virtualmente inagotables como el sol, viento y energía térmica, ya que contienen una inmensa cantidad de energía o pueden regenerarse naturalmente.

La energía eólica, la energía solar y la energía geotérmica son ejemplos de energías renovables no contaminantes (energías verdes), debido a que su utilización supone una mínima huella ambiental. Las energías no renovables son aquellas cuya fuente no puede volver a generarse. Es decir, lo que se gasta, no puede reponerse. Los combustibles fósiles, como el petróleo, el carbón o el gas natural, son energías no renovables.

Como se menciona anteriormente existen 3 tipos de energías:

- Energía eólica.
- Energía geotérmica.
- Energía solar.

2.1.1.- Energía eólica.

La energía eólica es la energía cuyo origen proviene del movimiento de masa de aire es decir del viento.

En la tierra el movimiento de las masas de aire se deben principalmente a la diferencia de presiones existentes en distintos lugares de alta a baja presión.

En el caso de utilizar este tipo de energía en el Go Kart eléctrico, el movimiento del mismo produciría el viento, pero la ganancia de energía serian mínimas ya que este movimiento provocaría una resistencia, por lo tanto el consumo de los acumuladores seria mayor.

2.1.2.- Energía geotérmica.

La geotermia no es más que el calor interno de la Tierra. Este calor interno calienta hasta las capas de agua más profundas: al ascender, el agua caliente o el vapor producen manifestaciones, como los géiseres o las fuentes termales, utilizadas para calefacción desde la época de los romanos. Hoy en día, los progresos en los métodos de perforación y bombeo permiten explotar la energía geotérmica en numerosos lugares del mundo.

La Tierra posee una importante actividad geológica. Esta es la responsable de la topografía actual de nuestro mundo, desde la configuración de tierras altas y bajas (continentes y lechos de océanos) hasta la formación de montañas. Las manifestaciones más instantáneas de esta actividad son el vulcanismo y los fenómenos sísmicos. El núcleo de nuestro planeta es una esfera de magma a temperatura y presión elevadísimas. De hecho, el calor aumenta según se desciende hacia el centro de la Tierra: en bastantes pozos petrolíferos se llega a 100 grados centígrados a unos 4 kilómetros de profundidad. Pero no es necesario instalar larguísimos colectores para recoger una parte aprovechable de ese calor generado

por la actividad geológica de la Tierra. Puede ser absorbido de colectores naturales, como por ejemplo géiser o simples depósitos de aguas termales.

2.1.3.- Energía solar.

La energía solar es la energía producida en el Sol como resultado de reacciones nucleares de fusión; Llega a la Tierra a través del espacio en cuantos de energía llamados fotones, que interactúan con la atmósfera y la superficie terrestres. La intensidad de energía real disponible en la superficie terrestre es menor que la constante solar debido a la absorción y a la dispersión de la radiación que origina la interacción de los fotones con la atmósfera.

La intensidad de energía solar disponible en un punto determinado de la Tierra depende, de forma complicada pero predecible, del día del año, de la hora y de la latitud. Además, la cantidad de energía solar que puede recogerse depende de la orientación del dispositivo receptor.

La energía solar se recepta a través de los paneles solares y ellos a su vez emiten su energía transformada en electricidad a cualquier aparato eléctrico, uno de los más grandes problemas es que se necesitan grandes extensiones de paneles solares para llegar a obtener una gran cantidad de energía.

En nuestro caso la energía que se va a utilizar es la solar por lo que en los siguientes capítulos se ampliara esta información.

CAPÍTULO 3.

Diseño y construcción del Go Kart eléctrico.

3.1. MOTORES DE CORRIENTE CONTINÚA.

3.1.1. Definición de motores eléctricos.

En diferentes fuentes bibliográficas se pueden encontrar varios conceptos que definen que es un motor eléctrico pero nosotros decidimos realizar una recopilación y sacar nuestra propia definición. **Un motor eléctrico es una máquina que funciona con energía eléctrica que es capaz de transformar la electricidad en energía mecánica (movimiento).** Esta energía se puede utilizar para realizar el movimiento de un mecanismo en el que se instale, en nuestro caso vamos a utilizar un motor eléctrico para mover un Go Kart.

3.1.2. Principio de funcionamiento de un motor eléctrico.

El principio de funcionamiento de los motores eléctricos está basado por la ley de Faraday.

La ley de Faraday establece que la corriente inducida en un circuito es directamente proporcional a la rapidez con la que cambia el flujo magnético que la atraviesa.

En otras palabras consiste en la producción de corriente eléctrica a través de un conductor que se mueve dentro de un campo magnético. Un ejemplo claro en el que se puede evidenciar la ley de Faraday es conectando un dinamo a un foco, la intensidad en la que se enciende el foco va a depender de los polos magnéticos de los imanes, y la velocidad a la que se mueva el dinamo.

De esta manera es como funciona los generadores y motores eléctricos, que tienen el mismo principio pero diferentes aplicaciones.

3.1.3. Partes de motor.

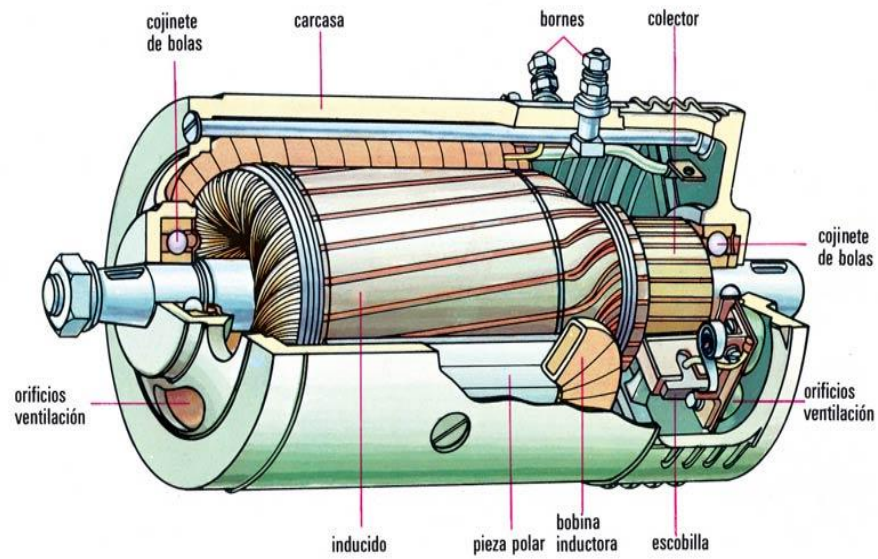


Figura 3.1. Motor eléctrico.¹

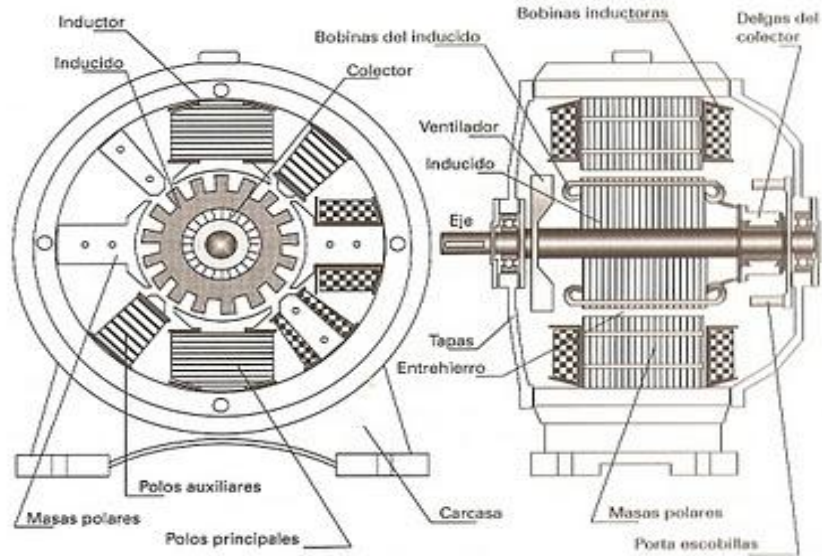


Figura 3.2. Esquema del motor eléctrico.²

¹ 2010 - 2012 Webscolar

² 2010 Vynckier Enclosure Systems, Inc. enclosuresonline.com.

3.1.3.1. Parte mecánica.

Es la parte estática de la máquina, carcasa, las fijaciones de la máquina, el inducido que es la parte móvil de la máquina que gira apoyada sobre rodamientos (como se conoce comúnmente con el nombre de cojinetes).

3.1.3.1.1. Carcasa.

La carcasa o caja es la que envuelve las partes eléctricas del motor (la parte externa del motor eléctrico).

3.1.3.1.2. Inducido.

El inducido o también llamado rotor en el caso de ser motores de corriente alterna, consta de un apilado de chapas magnéticas y sobre ellas esta enrollado el bobinado retórico, que consta de la parte móvil del motor la cual es el eje de salida del motor.



Figura 3.3. Inducido.

3.1.3.2. Parte electromagnética.

La parte electromagnética está formada por un circuito magnético formado por chapas magnéticas formada por masas polares del inductor.

Tiene dos circuitos electrónicos formados por dos devanados deferentes, el devanado inductor que se encuentra alrededor de las masas polares, y en el otro circuito que es el devanado del inducido que se encuentra en las ranuras de la parte que gira (rotor).



Figura 3.4. Partes electromagnéticas de un motor eléctrico.

3.1.4. Funcionamiento del motor eléctrico.

Cuando por un conductor fluye una corriente continua y es colocado bajo la influencia de un campo magnético, se induce sobre el conductor una fuerza que es perpendicular tanto a las líneas del campo magnético como al sentido del flujo de la corriente.

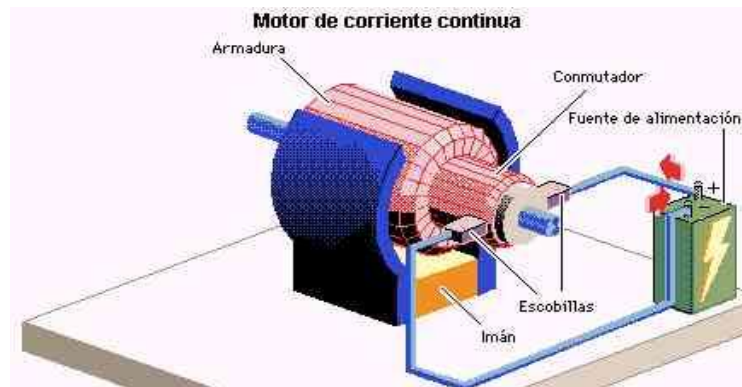


Figura 3.5. Funcionamiento del motor de corriente continúa.³

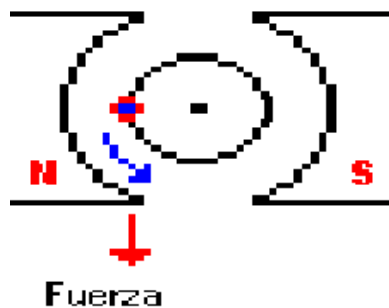


Figura 3.6. Funcionamiento del motor corriente continua.⁴

En la figura 3.6 se puede observar el principio de funcionamiento del motor de corriente continua, en la cual ingresa corriente continua al rotor o armadura, se crea un campo magnético gracias a los imanes (N y S), la cual provoca una fuerza electro motriz para que se produzca un movimiento mecánico.

En el campo magnético se crea un empuje derivado de la repulsión y atracción entre los polos magnéticos, creando campos constantes convenientemente orientados en el estator y rotor, originando una fuerza obligando al rotor que gire buscando una posición de equilibrio.

³ 2010 - 2012 Webscolar

⁴ Creadores de la pagina Eric Ablett, Dominick Bellizzi, James Byers, Sarah Cove, Max Dobrusin, Adam Frey, Jeff Hanke, Ryan Koopmans, Julie Newcomb, and Carole Snitzer.

3.1.5. Clasificación del motor eléctrico de corriente continua.

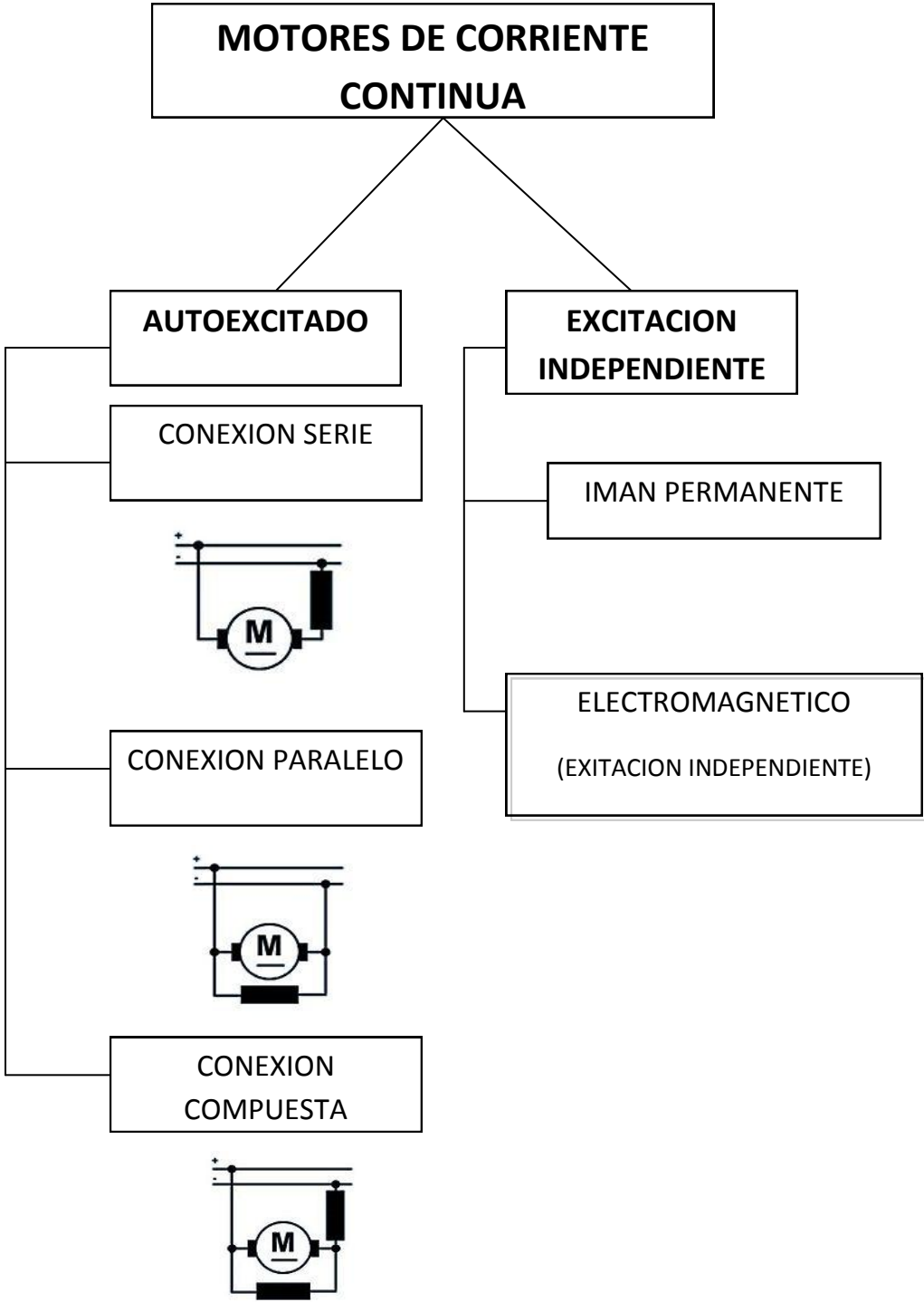


Figura 3.7. Clasificación de los motores de corriente continúa.

3.1.5.1. Motor conexión paralelo.

Al momento del arranque, el par motor que se desarrolla es menor que el motor serie, (también uno de los componentes del motor de corriente continua). Al disminuir la intensidad absorbida, el régimen de giro apenas sufre variación.

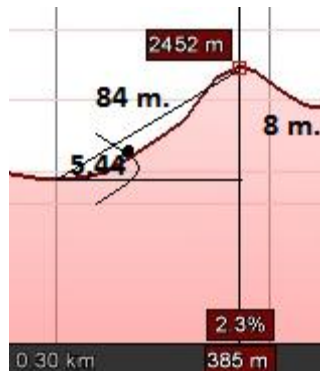
3.1.5.2. Motor conexión serie.

Le afectan poco la variaciones bruscas de la tensión de alimentación, ya que un aumento de esta provoca un aumento de la intensidad y, por lo tanto, del flujo y de la fuerza contra electromotriz, estabilizándose la intensidad absorbida.

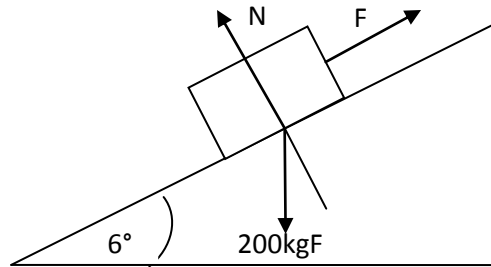
3.1.5.3. Motor conexión compuesta.

Esto provee una característica de velocidad que no es tan brusca o plana como la del motor shunt, ni tan suave como la de un motor serie. Un motor compound tiene un limitado rango de debilitamiento de campo.

3.1.6. Cálculo de selección del motor.



$$\alpha = \text{sen}^{-1}\left(\frac{8}{84}\right)$$
$$\alpha = 5.46^\circ$$



Cálculo de aceleración

$$a = \frac{vf^2}{2l}$$

Dónde

Longitud = $l = 84m$

Velocidad = $v = 20km/h$

$$a = \frac{5.5 \text{ m/s}}{84 \cdot 2}$$

$$a = 0.03 \frac{m}{s^2}$$

Aceleración = $a = 0.03m/s^2$

$$\Sigma F = m a + \rightarrow X + \rightarrow Y$$

$$\Sigma Fx = m * a$$

$$\Sigma Fy = 0$$

Coefficiente de rozamiento = $\mu = 0.032$

$$F - 200kgf - \mu(fN) = m * a$$

$$\Sigma F = \left(200kg * 0.03 \frac{m}{s^2}\right) + 1920N \sin 6 + 1920N \cos 6 (0.032)$$

$$\Sigma F = 6.54N + 200,69N + 61,10N$$

$$\Sigma F = 268,33N$$

Se transforma a caballos de fuerza

$$\frac{268.33N * 5.5m/s}{746}$$

$$HP = 1.97$$

3.1.7 Análisis de selección del motor eléctrico.

Se escogió un motor con una potencia de 2 HP de corriente continua, ya que la ventaja de este tipo de motor es su tipo de voltaje (voltaje bajo) y su torque alto, otra de las ventajas es su tamaño, son relativamente pequeños a relación de otro tipo de motor.

No se escogió un motor trifásico porque su funcionamiento es de corriente alterna y por el espacio que poseemos, se nos hace imposible colocar más elementos electrónicos como un inversor y un conversor, para lograr que nuestro proyecto funcione.

3.1.8. Control de giro de motores de corriente continúa.

El sentido de giro o control de giro de los motores de corriente continua dependerá del sentido relativo de las corrientes circulantes por los devanados inductores e inducidos, esto se puede conseguir invirtiendo el sentido del campo magnético o la corriente del inducido.

Los cambios de polaridad de los bobinados, tanto en el inductor como en el inducido se realiza en una caja de bornes, además este ciclo de combinación producido por el rotor produce una fuerza magneto motriz.

Al sentido de giro se lo puede determinar con la regla de la mano derecha, la cual muestra el sentido de la fuerza. La regla de la mano derecha costa en que el pulgar nos muestra hacia dónde va la corriente, el dedo índice apunta en la dirección en la

cual se dirige el flujo del campo magnético, y el dedo medio hacia dónde va dirigida la fuerza resultante y por lo tanto el sentido de giro.

Existen varias formas para lograr que los motores de corriente continua inviertan su sentido de giro.

- Fuente simétrica o doble fuente.
- Fuente común.

3.1.8.1. Fuentes simétricas o doble fuente.

Este tipo de control de giro del motor posee dos fuentes de alimentación con un interruptor simple de dos contactos.

Como se puede observar en la figura 3.8 posee dos fuentes de alimentación, positivo y negativo, con el interruptor nosotros podemos elegir el sentido de giro. Con la fuente positiva el giro es hacia la derecha y si es negativo es hacia la izquierda.

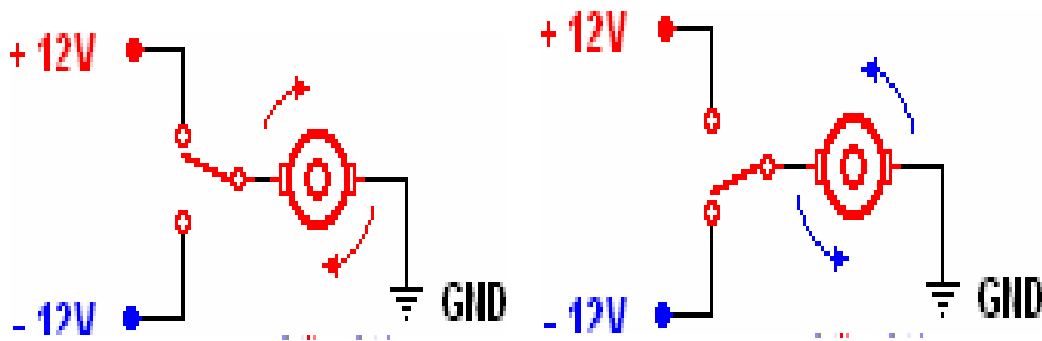


Figura 3.8. Sentido de giro simétrico o doble fuente.⁵

Las fuentes simétricas se pueden diseñar con el uso de dos transistores complementarios es decir uno PNP y el otro NPN, de esta forma es necesario un interruptor para así poder elegir qué sentido de giro es el que necesita.

⁵ R-Luis. luis_ju@wanadoo.es

3.1.8.2. Fuente común.

Este tipo de control de giro del motor utiliza un interruptor doble es decir uno de 4 contactos pero solo se utiliza una sola fuente de alimentación. En nuestro caso este tipo de control de giro es el que se utiliza en el Go Kart eléctrico. Esto se determino ya que tenemos una sola fuente de alimentación, el selector de este vehículo tiene 4 contactos los cuales se utilizan para dar el sentido de giro al motor, ya que el vehículo posee marcha para adelante como hacia atrás.

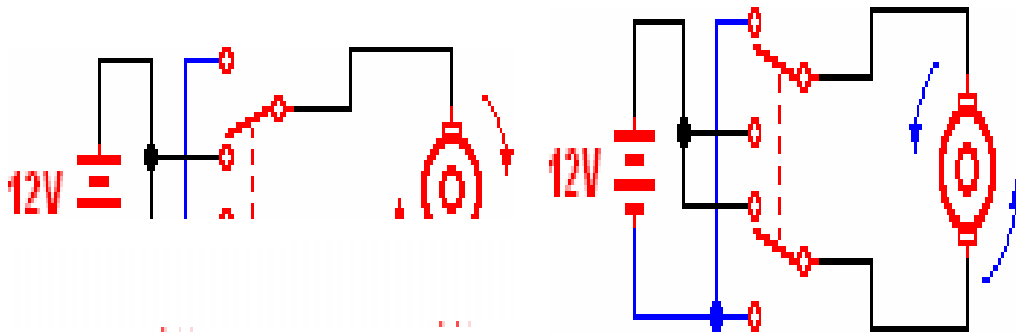


Figura 3.9. Control de giro fuente común.⁶

3.1.9. Control de velocidad.

La Modulación por ancho de pulsos básicamente consiste en enviar a los terminales de control de tren de pulsos los cuales varían en mayor o menor medida, el tiempo en que se mantiene el nivel alto de esos pulsos se mantendrá la frecuencia y así se puede mantener una velocidad dependiendo de los pulsos que se envíen. Generalmente el control de los pulsos es controlado con un potenciómetro.

⁶ R-Luis. luis_ju@wanadoo.es

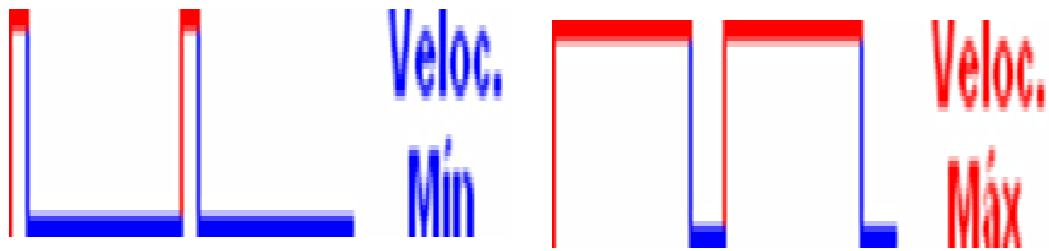


Figura 3.10. Modulación de control de giro del motor.⁷

En la figura 3.10 se puede observar la variación de los pulsos eléctrico que generalmente depende del grado en que se va abriendo los pulsos eléctricos del potenciómetro.

Con esta forma de control la cantidad de corriente sigue siendo la misma, la tensión no varía y en consecuencia el torque del motor se mantiene, de esta manera es como se puede controlar la velocidad del motor.

3.2. ACUMULADORES.

3.2.1. Concepto del acumulador.

Se denomina comúnmente como batería, o acumulador eléctrico, es un dispositivo que su función principal es el acumular energía eléctrica, mediante un proceso electroquímico.

⁷ R-Luis. luis_ju@wanadoo.es

3.2.1.1. Funcionamiento del acumulador.

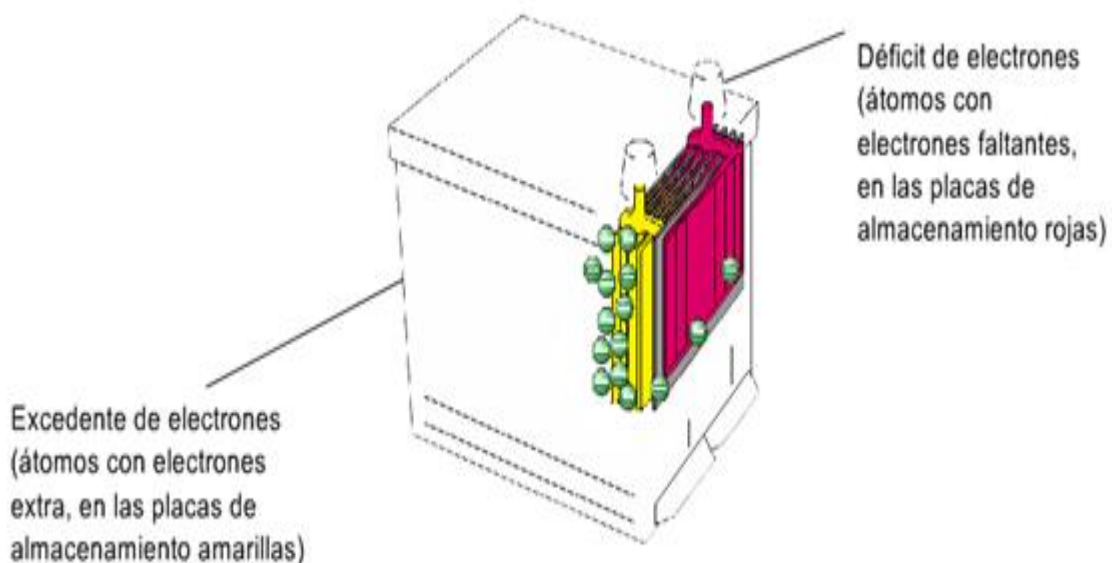


Figura 3.11. Funcionamiento del acumulador.⁸

El principio de funcionamiento del acumulador de energía se basa en que tiene un determinado número de celdas unidas por medio de barras metálicas, cada celda acumula más de dos voltios. La mayoría de acumuladores tiene 6 celdas para tener un total de voltaje de 12 voltios.

Cada celda, consta de dos juegos de placas, o electrodos inmersos en una solución de agua y ácido sulfúrico llamado electrolito. Un juego de placas esta hecho de peróxido de plomo y el otro, de plomo poroso. Al funcionar la celda, el ácido reacciona y convierte la energía química en energía eléctrica.

En las placas de peróxido de plomo se genera carga positiva (+) y en las de plomo poroso carga negativa (-). La corriente eléctrica, que se mide en amperios circula por el sistema eléctrico desde un terminal de la batería hasta el otro, activando el electrolito.

⁸ Curso de electricidad básica MACK pág. 2

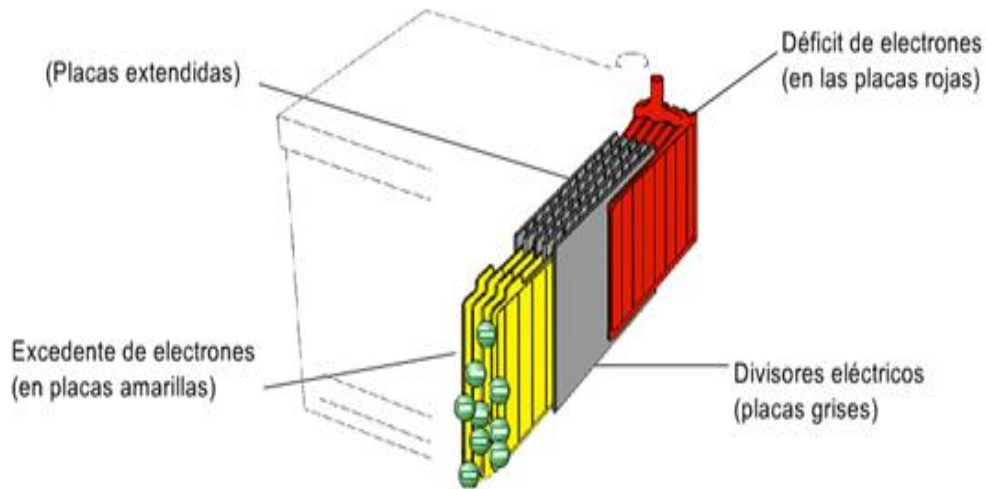


Figura 3.12. Reacción química del acumulador.⁹

Conforme continua la reacción química, se forma sulfato de plomo en la superficie de ambos juegos de placas, y el ácido sulfúrico se diluye gradualmente. Cuando la superficie de ambos juegos de placas se cubre completamente con el sulfato de plomo, se descarga la batería. Al recargarlo con una corriente eléctrica, las placas vuelven a su estado original, y el ácido sulfúrico se regenera.

⁹ Curso de electricidad básica MACK pág. 3

3.2.1.2. Partes de un acumulador.

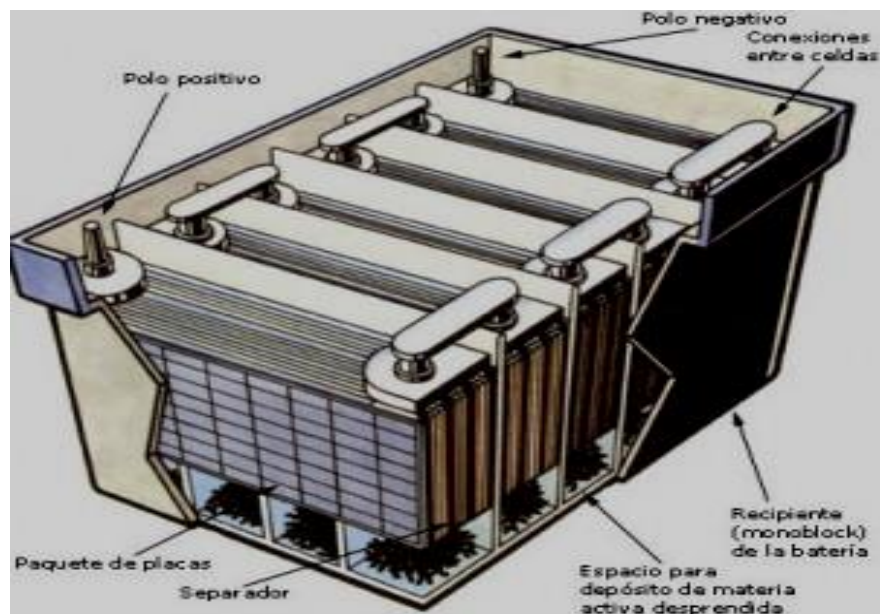


Figura 3.13. Partes del acumulador.¹⁰

- **Polo positivo.-** Esta es la parte encargada de entregar el voltaje positivo de la batería.
- **Polo negativo.-** Esta es la parte encargada de entregar el voltaje negativo de la batería.
- **Conexiones entre celdas.-** Este es el elemento que se encarga de realizar la conexión de todas las celdas, en este caso es una conexión en serie para que el voltaje sea de 12V.
- **Paquete de placas.-** Estas placas son la que realizan la reacción electroquímica para producir el voltaje, generalmente estas placas están constituidas de plomo.
- **Recipiente.-** Es la carcasa que protege todos los elementos que constituyen a la batería.

¹⁰ Fabricante Baterías de Montacargas con calidad mundial +52+8181419000 www.primepower.mx

3.2.2. Tipos de acumuladores.

Existen tres tipos de acumuladores que son los siguientes:

- Acumuladores de arranque.
- Acumuladores de tracción.
- Acumuladores de litio.

3.2.2.1. Acumuladores de arranque.

Estos acumuladores se usan en sistemas automotrices que son generalmente de tipo plomo – ácido, las placas positivas de dióxido de plomo, placas negativas de plomo y ácido sulfúrico. Solamente en casos especiales se usa baterías de níquel-cadmio, que en términos generales, son técnicamente superiores pero también tienen un costo varias veces más que un acumulador de plomo-ácido. Por este motivo se usan acumuladores de plomo-ácido. Estos acumuladores son pesados pero su tamaño es menor.



Figura 3.14. Acumulador de arranque.¹¹

¹¹ Copyright © 2012 Automotriz On-Line

3.2.2.2. Acumuladores de tracción.

“Tienen mayor costo y son diseñadas para operar con ciclos de descarga profunda tal como se requiere en un auto eléctrico con ciclos típicos de carga/descarga diarios.

Estas baterías, que poseen placas con una aleación de alto contenido de antimonio (4 -10%), tienen una auto descarga relativamente grande y una eficiencia de carga baja, ya que requieren periódicamente.”¹²

Estos son mucho más caras y grandes a comparación a los acumuladores de arranque, por ejemplo acumulador de tracción que entrega 6 voltios tiene el mismo tamaño que el acumulador de arranque de 12 voltios.



Figura 3.15. Acumulador de tracción.¹³

¹² Lejardi, L., 1088, "Acumuladores de electricidad (Manual práctico)"; 319 pag, Progensa, Sevilla

¹³ Fotografía tomada por Felipe Vacas

3.2.2.3. Acumuladores de litio.

Estos acumuladores se usan más en sistemas electrónicos como en celulares o laptops. En la actualidad se están fabricando estos acumuladores para los vehículos híbridos ya que tienen una gran capacidad de descarga, y son mucho más livianas que los otros tipos de acumuladores.

Una de las más grandes desventajas es su costo de fabricación, es muy alto y en el mercado ecuatoriano no se puede encontrar, y como todos los acumuladores tienen una vida útil limitada, una carga y descarga de 300 a 1000 veces.



Figura 3.16. Acumulador de Litio¹⁴

¹⁴ <http://electronics.howstuffworks.com>

3.2.3.- Cálculo de selección del acumulador.

Características del motor seleccionado.

Potencia: 2hp

Voltaje: 36v

1hp = 746w

Dónde

i = intensidad

$$\text{Corriente} = \frac{\text{Potencia}}{\text{Voltaje}}$$

$$i = \frac{746 * 2}{36} = 41.44 \text{Amp}$$

Acumulador.

i = 115Amp/h

115 Amp → 1

41.44 Amp → ?

$$S = V * T$$

Dónde

S = distancia

V=velocidad

T=tiempo

$$S = \frac{35\text{km}}{h} * 2.77\text{h} = 96.95\text{km}$$

$$S = 96.95\text{km}$$

3.2.4. Selección del acumulador.

La selección de un acumulador apropiado para el sistema que estamos desarrollando, donde el factor de, diseño, y por supuesto la durabilidad de los

acumuladores será decisivo en la selección, se evaluaron las diferentes alternativas como son las baterías normales y las mejoradas (acumuladores de descarga profunda y de litio).

En el mercado se pueden encontrar varios tipos de acumuladores como explico anteriormente. En nuestro caso por diseño no podremos usar el acumulador de tracción ya que por cuestión de espacio en nuestro proyecto no es factible el uso de este tipo de batería.

Se buscó un acumulador el cual tenga un amperaje alto para que la autonomía del Go Kart eléctrico sea mayor.

Se procedió a realizar un cuadro comparativo para colocando varias calificaciones para conocer cuál de los acumuladores sería el más viable para la realización de nuestro proyecto.

Tabla 3.1. Características de los tipos de acumuladores.

| Detalle | Litio | Tracción | Arranque |
|-----------------------------|--------------|-----------------|-----------------|
| Costo | 10% | 35% | 55% |
| Accesibilidad | 5% | 25% | 70% |
| Peso | 50% | 20% | 30% |
| Tamaño | 50% | 30% | 20% |
| Tipo de descarga | 40% | 40% | 20% |
| Total | 155% | 150% | 195% |
| | | | |
| Porcentaje ponderado | 31% | 30% | 39% |

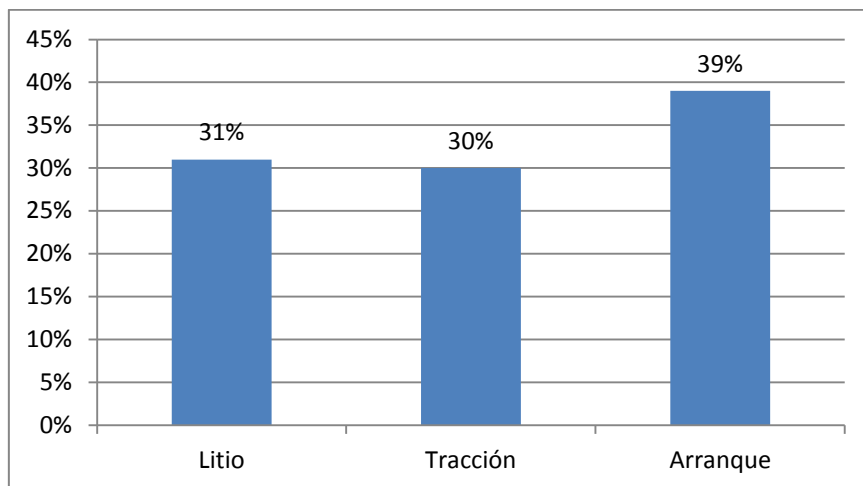


Figura 3.17. Características del acumulador a seleccionar.

Como se observa en la figura 3.17 de selección, el acumulador que se debe seleccionar es el de arranque.

3.2.4.1. Características del acumulador seleccionado.

El acumulador que seleccionamos tiene las siguientes especificaciones.

Tabla 3.2. Características del acumulador seleccionado.

| | |
|------------|-------------|
| US POWER | |
| MODELO | 27DC |
| VOLTAJE | 12V |
| CAPACIDAD | 115amp/h |
| TECNOLOGIA | PLOMO/ACIDO |
| LARGO | 300mm |
| ANCHO | 165mm |
| ALTURA | 235mm |

Como se puede observar es un acumulador que tiene un amperaje alto lo cual se estuvo buscando este tipo de especificaciones ya que la autonomía del proyecto sería mucho más alta.

3.3. PANEL SOLAR FOTOVOLTAICO.

3.3.1. El sol.

El sol es una fuente de energía que durara seis millones de años, es una fuente de energía que es muy importante para la vida y líder de las demás fuentes de energía que el hombre ha utilizado.

Durante tan solo un año, el sol proyectara 4000 veces más energía de la que el ser humano va a llegar a consumir. Por esta razón es lógico que últimamente se ponga mucho interés en esta fuente de energía que es gratuita, limpia e inagotable.

3.3.1.1. Radiación solar.

“Es el flujo de energía que recibimos del Sol en forma de ondas electromagnéticas de diferentes frecuencias (luz visible, infrarroja y ultravioleta). Aproximadamente la mitad de las que recibimos, comprendidas entre 0.4 μ m y 0.7 μ m, pueden ser detectadas por el ojo humano, constituyendo lo que conocemos como luz visible. La radiación solar se mide normalmente con un instrumento denominado piranómetro”.¹⁵

¹⁵ <http://www.prodiversitas.bioetica.org>

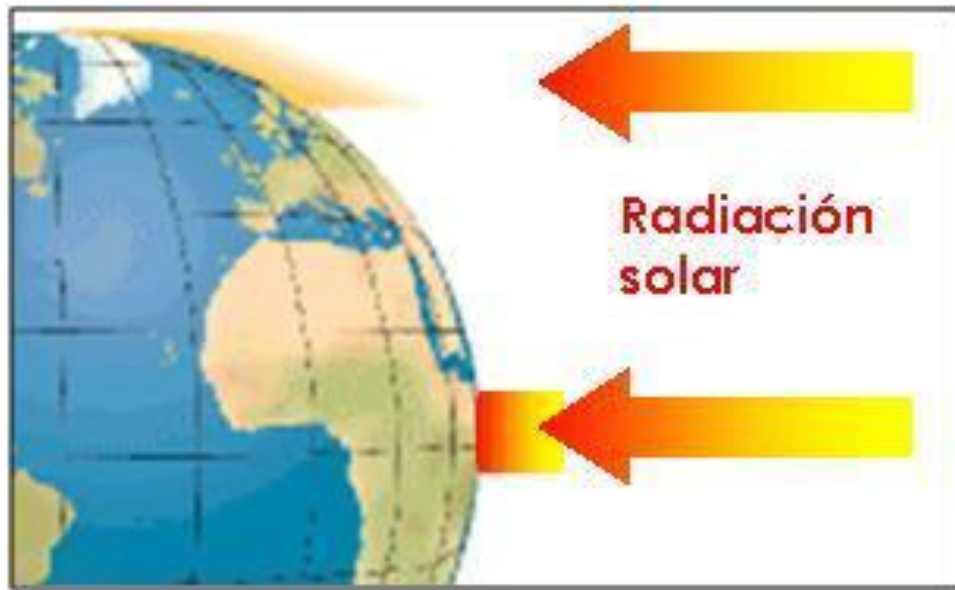


Figura 3.18. Radiación solar.¹⁶

En las figuras 3.19 y 3.20 se muestran la distribución de la radiación solar promedio global, para los meses de enero y julio.

Como es natural, los valores máximos de enero se concentran en las zonas subtropicales, en torno a los 30° de latitud sur, debido a que en esa época los rayos solares llegan a la superficie terrestre más perpendicular sobre esas latitudes. En el mes de julio, los valores máximos se trasladan hacia las zonas subtropicales del hemisferio norte, siguiendo el movimiento aparente del Sol.

Notar que en la noche polar de cada hemisferio, la radiación solar que llega a las zonas polares es cercana a cero. Y en el día polar la radiación solar en los polos es equivalente a la radiación solar de latitudes medias del hemisferio opuesto al día polar, pero sabemos que las temperaturas no son equivalentes, ya que en los polos en época de días polares las temperaturas son siempre cercanas o menores que cero grado Celsius.

¹⁶ www.ecapra.org

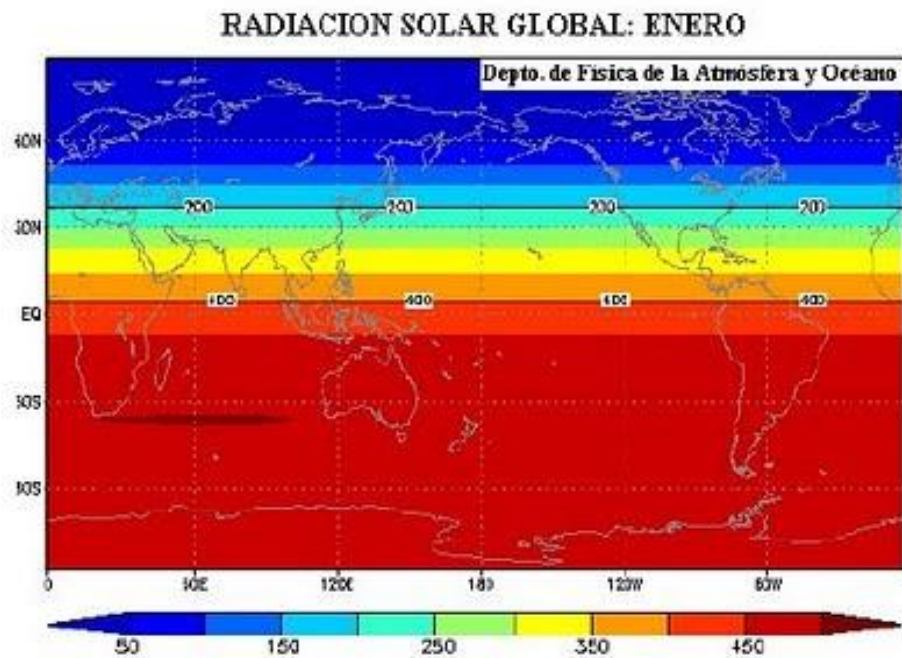


Figura 3.19. Radiación solar global enero.

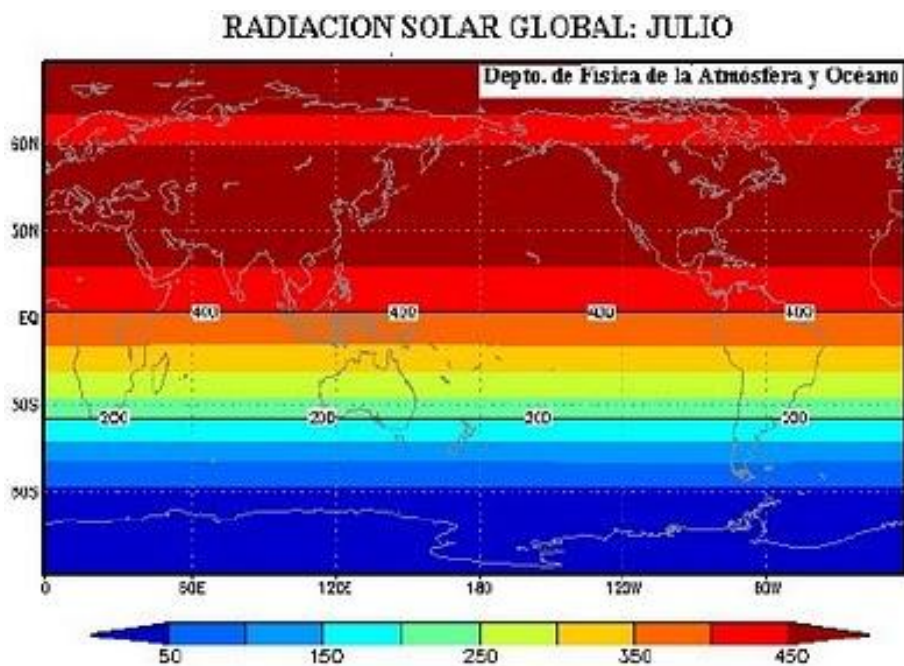


Figura 3.20. Radiación solar global julio.¹⁷

¹⁷ Figuras 5.2 y 5.3 <http://meteobasica.blogspot.com>

3.3.1.1.1. Radiación solar en el Ecuador.

Según la Agencia Espacial Civil (EXA), la radiación más alta del planeta es en Ecuador, tras publicar un estudio que señala que la capa de ozono en la franja ecuatorial se ha debilitado considerablemente.

Según la OMS el nivel máximo de tolerancia es de 11 puntos, mientras la capital ecuatoriana registra 24 y el puerto de Guayaquil 14. Estos niveles de concentración de radiación solar son alarmantes ya que en el ser humano provoca alteraciones del material genético de las personas y las células están relacionadas a los problemas de cáncer.

Como recomendación deberíamos usar protectores solares para que no nos afecte de tal manera.

En nuestro caso este tipo de radiación solar es beneficiaria ya que como se observa la tolerancia es de 11 puntos por lo que un panel solar funciona en perfectas condiciones, lo que se recomendaría es que se utilice este tipo de energía alternativa ya que como se observa en el grafico la mayor parte del año la línea ecuatorial posee este tipo de energía.

3.3.1.1.2. Usos y aplicaciones.

Recogiendo de forma apropiada la radiación solar, se pueden obtener varios beneficios como obtener calor y electricidad.

El calor se lo obtiene por colectores térmicos y la electricidad a través de módulos fotovoltaicos (paneles solares), ambas aplicaciones son totalmente distintas pero el sol es su fuente de energía.

En nuestro caso el beneficio que vamos a obtener es la energía eléctrica que se usa de manera directa para un sistema de carga de acumuladores.

3.3.1.3. Energía fotovoltaica.

La energía fotovoltaica es una energía eléctrica obtenida por la transformación de energía solar en las células solares.

Las células se montan en serie sobre paneles o módulos solares para conseguir un voltaje adecuado a las aplicaciones eléctricas; los paneles captan energía solar transformándola directamente en eléctrica en forma de corriente continua, que se almacena en acumuladores (baterías).

3.3.2. Funcionamiento del panel solar fotovoltaico.

El principio de funcionamiento del panel solar se basa en el efecto fotovoltaico, esto quiere decir que a partir de la luz solar y con las células fotovoltaicas se produce electricidad, esto es gracias a unos materiales semiconductores convenientemente tratado.

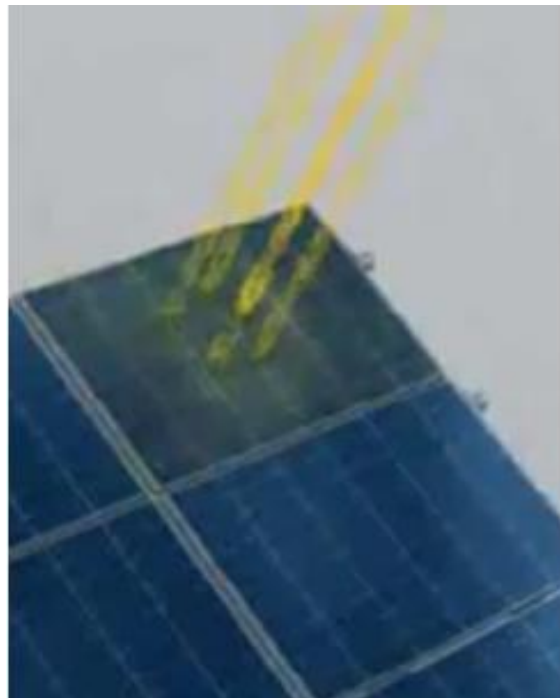


Figura 3.21. Radiación solar hacia el panel.



Figura 3.22. Fotones transmiten energía a electrones.



Figura 3.23. Se rompe barrera potencial y salida de electricidad.

En las figuras 3.21, 3.22 y 3.23 se observa el funcionamiento del panel solar. Cuando las células fotovoltaicas quedan expuestas a la radiación solar, los fotones contenidos en la luz transmiten su energía a los electrones de los materiales semiconductores (paneles solares), que pueden entonces romper la barrera potencial y salir del semiconductor a través de un circuito exterior, produciéndose así, la corriente eléctrica.

3.3.3. Composición del panel fotovoltaico.

Los paneles fotovoltaicos tienen una composición de silicio poli cristalino que es un elemento que tiene las propiedades de transformar la energía solar en energía eléctrica es un elemento químico metaloide de número atómico 14, es el segundo elemento más abundante de la corteza terrestre, se presenta en forma amorfa y cristalizada de color azul grisáceo y brillo metálico. La mayoría de los paneles solares están compuestos con el material ya mencionado, ya que el costo es relativamente bajo a relación con otros materiales.

Una celda de silicio poli cristalino de aproximadamente de 6 x 6 Cm. es capaz de generar una corriente de 0.5 amperios a 0.5 voltios, esto va a depender del nivel de radiación solar.



Figura 3.24. Silicio Poli cristalino.¹⁸

¹⁸ German Wikipedia, original upload 29. Dez 2004 by [Silane](#) (selfmade)

Otro de los materiales que se ha experimentado y han dado buenos resultados es el arseniuro de galio, es un nuevo material que la ventaja es en la potencia de generación de electricidad, pero su desventaja es su elevado costo de ya que es un nuevo materia empleado para la fabricación de paneles fotovoltaicos.

3.3.4. Partes de un panel solar.

3.3.4.1. Vidrio templado anti reflejo.

Es un vidrio que está diseñado para resistir ralladuras, es anti reflejo por normas de seguridad para que no afecte el reflejo y para captar mejor la radiación solar.

3.3.4.2. Encapsulado (EVA).

Este encapsulado está constituido con un vidrio que atrapa la radiación solar.

3.3.4.3. Celdas fotovoltaicas.

Las celdas fotovoltaicas son las encargadas de transformar la radiación solar en electricidad, están constituidas de silicio.

3.3.4.4. Lamina de respaldo.

Es una lámina que se utiliza de soporte para todos los elementos antes mencionados.

3.3.4.5. Caja de empalmes.

Este elemento es el que se encarga de receptor la energía eléctrica.

3.3.4.6. Marco de aluminio.

Es un marco de aluminio que tiene la función de compactar todos los elementos ya mencionados.



Figura 3.25. Partes de un panel Solar.¹⁹

3.3.5. Tipos de paneles solares.

3.3.5.1. Silicio puro mono cristalino.

Este panel está compuesto por silicio puro basado en secciones de una barra de silicio perfectamente cristalizado en una sola pieza este es uno de los paneles más comercializados por su eficiencia. En nuestro caso nosotros hemos decidido adquirir este tipo de panel para el proyecto.



Figura 3.26. Panel Solar Mono cristalino.²⁰

¹⁹ Soliclima.es | Solar térmica en Soliclima.es

²⁰ <http://domokyo.com>

3.3.5.2. Silicio puro poli cristalino.

Los materiales de este panel son muy semejantes a los de mono cristalino, la diferencia es que el proceso de cristalizado del silicio es diferente. Los paneles poli cristalinos se basan en secciones de una barra de silicio que está estructurado desordenadamente en forma de pequeños cristales que se pueden visualizar en la superficie del este panel.

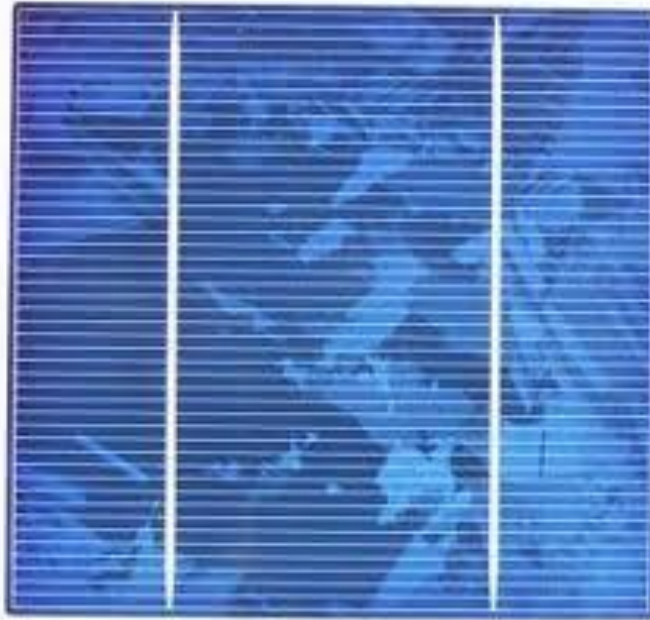


Figura 3.27. Panel solar Poli cristalino.²¹

3.3.5.3. Silicio amorfo.

Este tipo de panel también está compuesto por silicio, pero la diferencia de los dos paneles mencionados anteriormente no tiene una estructura cristalina. Este tipo de panel generalmente se lo usa en dispositivos electrónicos pequeños y se los puede encontrar en las calculadoras o en relojes.

²¹ www.krannich-solar.com

3.3.5.4. Arseniuro de galio.

Con este material se han realizando nuevos experimentos y los resultados son han sido favorables, ya que este material es una de los más eficientes el problema de este material es el costo, es alto por el mismo hecho que es un material nuevo.

Todavía se realizan experimentos para que su eficiencia se mucho mejor y de igual manera los precios bajen.

La mayoría de los paneles solares que se usan en el mercado están compuestos por silicio mono cristalino y poli cristalino.

En estos momentos el mundo necesita cambios, y que mejor que la tecnología lo haga con recursos naturales, como la energía solar y los paneles solares por esta razón nosotros tenemos que darle un buen uso como lo hemos hecho con nuestro proyecto.

3.3.6. Cálculo de paneles solares práctico para no usar acumuladores.

$$1.5amp * 15v = 22.5 w$$

$$P(w) = coeficiente de potencia 0.8$$

$$22.5 * 0.8 = 18 w$$

$$P(w) = 41.44amp * 36v = 1492 * 0.8 = 1193w \text{ (Consumo de motor por hora)}$$

$$\frac{1193}{18} = 67 \text{ paneles}$$

Cada panel tiene $0.22m^2$

$$67paneles * 0.22m^2 = 14.74m^2$$

De los cuales son 3 grupos de 22 paneles cada uno para llegar al voltaje necesario de arranque y funcionamiento del motor.

3.3.7. Cálculo de paneles solares teórico para no usar acumuladores.

Dato de fabricante cada panel genera 25w

$$\frac{1193}{25} = 48 \text{ paneles}$$

$$48 * 0.22m^2 = 10.56m^2$$

De los cuales son 3 grupos de 16 paneles cada uno para llegar al voltaje necesario de arranque y funcionamiento del motor.

3.3.8. Características del panel seleccionado.

Seleccionamos un panel solar mono cristalino por las siguientes especificaciones; este tipo de panel tiene un costo mucho más barato en relación a los demás paneles solares, por otro lado este panel solar tiene un tamaño el cual es optimo para nuestro proyecto ya que uno de los más grandes problemas es espacio reducido que tenemos en el Go Kart, las dimensiones del panel seleccionado son las siguientes:

- 36 cm de ancho por 63 de largo.

Las características técnicas del panel solar que se adquirió son bastante favorables:

- Entrega un voltaje de 12 voltios con un amperaje de 1,5 amperios hora el cual es bastante favorable por el tamaño que tiene.

Con la radiación solar que poseemos en la ciudad de Quito se pudo observar que la carga del panel solar es del 80%, por lo que es muy beneficioso para la realización de nuestro proyecto.



Figura 3.28. Panel solar seleccionado.

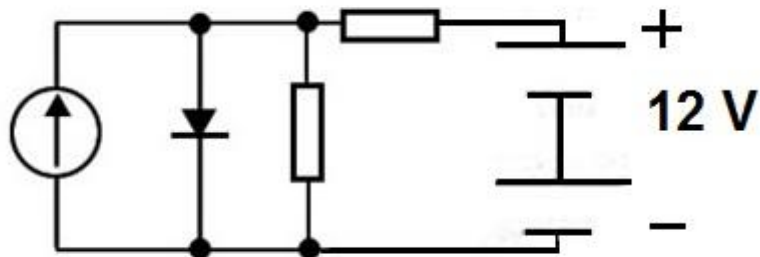


Figura 3.29. Diagrama del panel solar.

3.4. MOVIMIENTO PERPETUO.

3.4.1. Concepto del movimiento perpetuo.

El movimiento perpetuo es una máquina que hipotéticamente sería capaz de funcionar eternamente, solo sería necesario un impulso inicial y el movimiento no pararía, y no se necesitara de energía externa.

El Movimiento Perpetuo es la unión de dos sistemas que tienen como meta dos funciones:

- Utilizar la energía mecánica para crear energía eléctrica.
- Aprovechar la fuerza generada para producir corriente y así cargar la batería.

Hemos optado por usar un alternador para realizar la experimentación del movimiento perpetuo, ya que la característica principal de un alternador es de transformar la energía mecánica en energía eléctrica por lo tanto lo que se desea lograr es que al momento que se estén descargando los acumuladores el alternador empiece a cargar los mismos.

3.4.2. Partes.

El alternador está compuesto por varias partes fundamentales como:

3.4.2.1. Carcasa.

Es lo que cubre a todos los componentes del alternador y también hace masa.

3.4.2.2. Estator.

Es la parte fija del alternador con bobinado.

3.4.2.3. Rotor.

Es la parte móvil giratoria que se localiza en el interior del estator.

3.4.2.4. Escobillas o carbones.

Las escobillas están fabricadas de carbón prensado y calentado a una temperatura de 1200°C.

3.4.2.5. Porta carbones.

Son elementos que sujetan y canalizan el movimiento de los carbones. Estos se deslizan libremente en su caja, siendo obligadas a apoyarse sobre el colector, por medio de un resorte que carga al carbón con una tensión determinada.

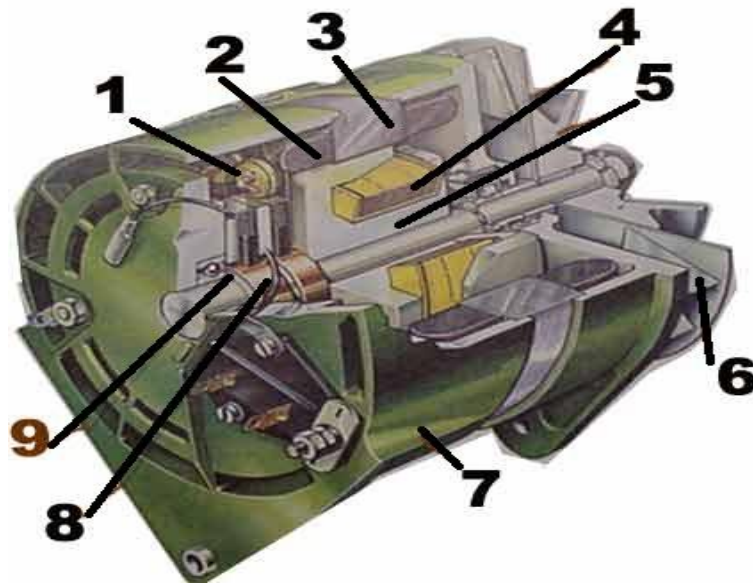


Figura 3.30. Partes de un alternador.²²

1. Los diodos, convierten la CA en CD (CA=corriente alterna –CD=corriente directa o continua).
2. Bobinas del estator, donde se origina la corriente.
3. Núcleo del estator.
4. Embobinado del rotor.
5. Rotor (campo magnético).
6. Polea impulsada por el motor con una banda, (correa) y ventilador para enfriar el alternador.
7. Estructura (casco, housing).
8. Anillos colectores, transmite la corriente al embobinado del rotor, para mantenerlo magnetizado.

²² Enrique Celis automecanico.com

9. Escobillas, (carbones, brochas, cepillos) abastecen de corriente a los anillos colectores.

3.4.3. Funcionamiento del movimiento perpetuo (alternador).

Se uso el alternador como generador del movimiento perpetuo ya que la carga que produce es suficiente como para detener el vehículo, pero no es tan efectivo este sistema ya que el tiempo de carga del alternador es mínimo.

En un alternador, el rotor (que crea el campo magnético) gira dentro del estator (el conductor). La corriente alterna. AC, es inducida en el estator, luego cambiada a corriente directa DC por un puente de Diodos, para luego abastecer las necesidades del vehículo. El proceso de convertir CA en DC se le conoce como Rectificación.

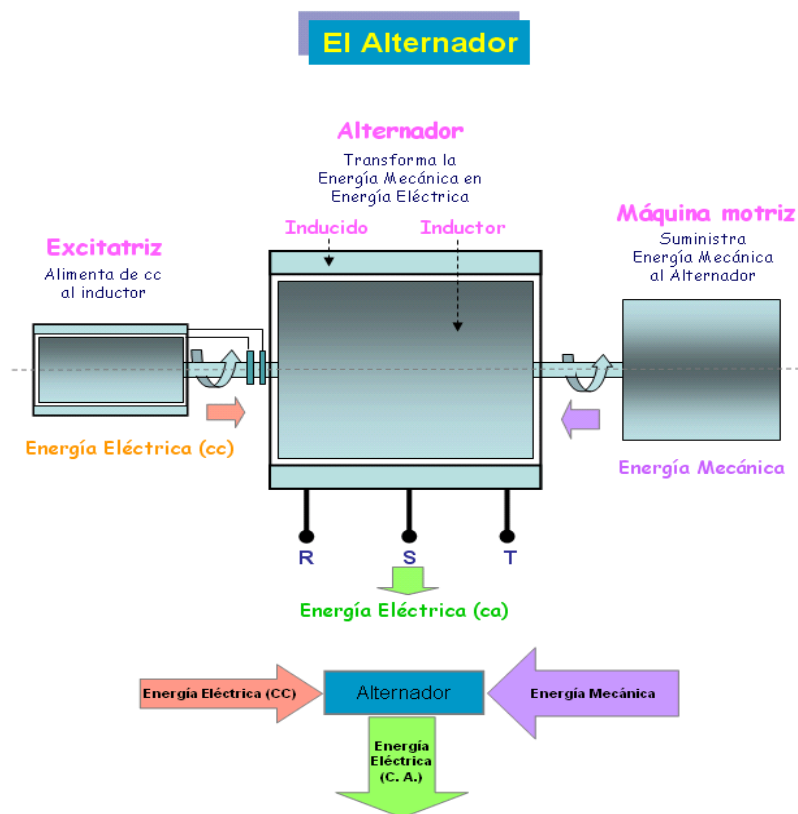


Figura 3.31. Funcionamiento básico de un alternador.²³

²³ <http://www.tuveras.com>

Principio de Funcionamiento

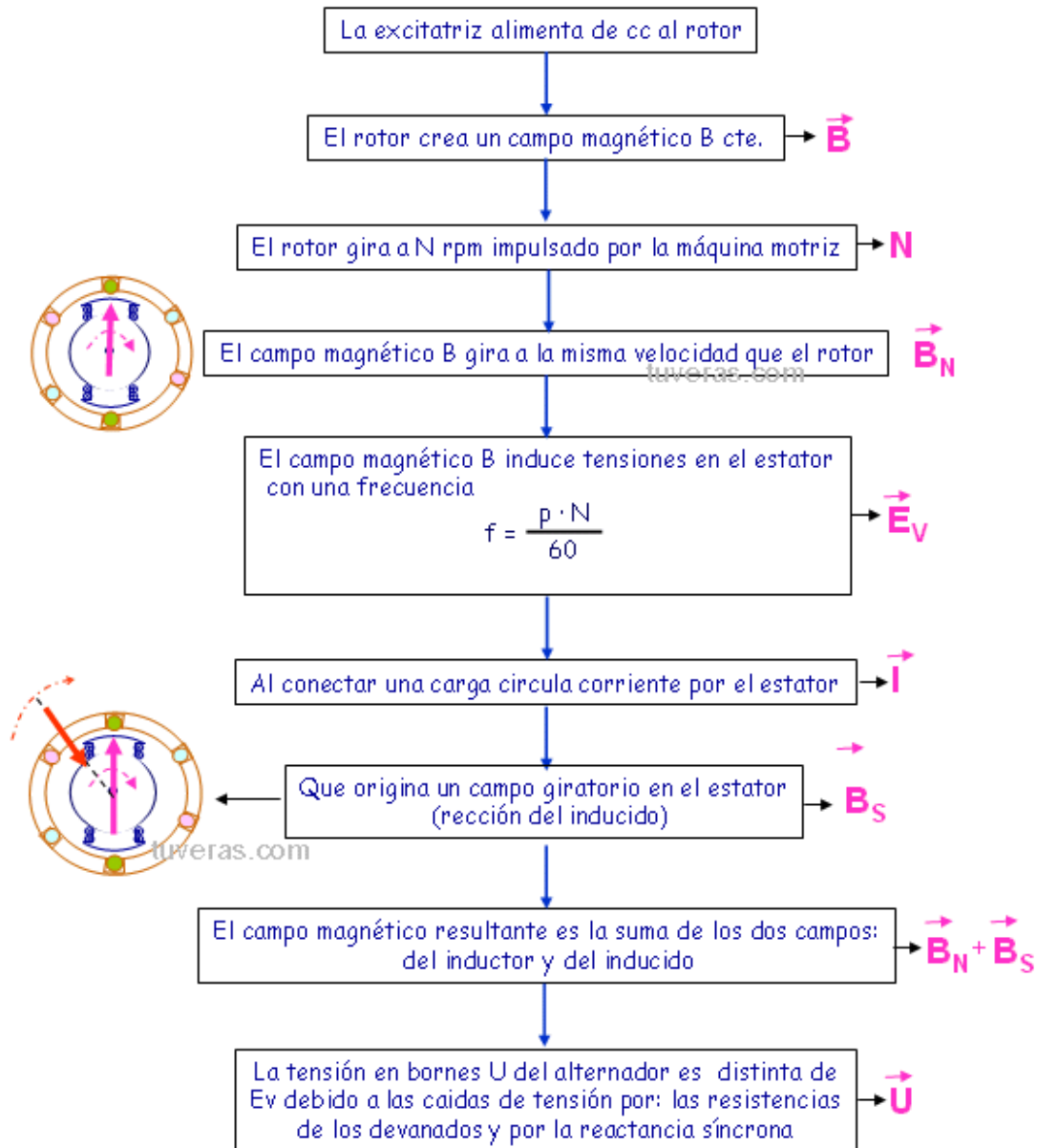


Figura 3.32. Principio de funcionamiento del alternador.²⁴

²⁴ <http://www.tuveras.com>

3.4.4. Construcción.

Se cambio el bobinado de un alternador de 12 v para que genere el voltaje necesario para cargar tres baterías de 12v conectadas en serie con estas especificaciones:

3.4.4.1. Cuadro de modificación del alternador (DELCO REMI)

Tabla 3.3. Comparación de modificaciones del alternador.

| Estat | Características | 12 Voltios | 36 Voltios |
|--------------|------------------------|-------------------|-------------------|
| | Estat | | |
| | Conductor (galga) | 15 | 20 |
| | Espiras | 5 | 11 |
| | Fases | 3 | 3 |
| | Ranuras | 42 | 42 |
| Rotor | | | |
| | Conductor (galga) | 20 | 23 |
| | Espiras | 600 | 1800 |
| | Resistencia(ohm) | 3 | 15 |

3.4.4.2. Características del alternador modificado

3.4.4.2.1. Estat.

Ranuras: tiene 42

Espiras: por bobina 11

Bobinas: 14

Fases: 3

Conductor: 20

3.4.4.2.2 Rotor.

Conductor: 23

Peso: 1 libra

3.4.4.3. Proceso de construcción.

- Se desarmo un alternador de 12v para el rebobinado de su rotor y coronilla.
- Se peso una libra de cable número 23 para realizar el bobinado del rotor.



Figura 3.33. Rotor.

- Una vez que se hizo el bobinado, se realizo un baño con barniz para asegurar el orden con el que se elaboro el bobinado. Se lo dejo secar.



Figura 3.34. Bobinado.

- Se realizo el bobinado de la primera fase con un total de 14 bobinas y 11 espiras cada una.

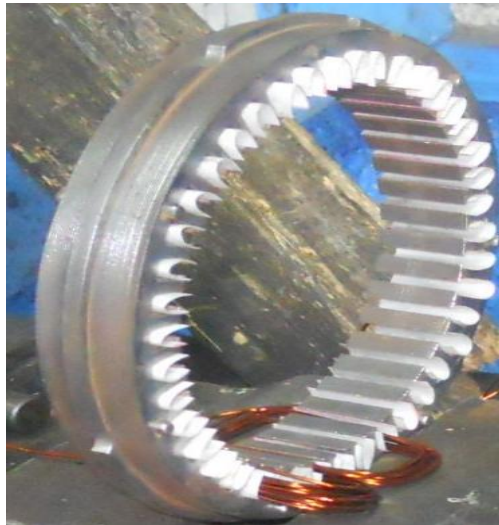


Figura 3.35. Construcción de bobinas.

- Se procede a hacer de la segunda y tercera fases, respectivamente, con la misma cantidad de bobinas y de espiras.



Figura 3.36. Bobinas construidas.

- Se asegura las 42 ranuras para que el cable no se salga de la ranura y rose con el rotor.



Figura 3.37. Verificación de Bobinado.

- Se baña con barniz el interior de la coronilla y se dejó secar.



Figura 3.38. Baño de barniz del bobinado.

- Una vez seco, se sujeta una punta de cable de cada fase de la coronilla (tres) y se las neutralizan. Mientras que las otras tres puntas, se las une a cada diodo en el puente de rectificación para transformar de AC a DC.



Figura 3.39. Sujeción de los cables de fases.

- Se instala la coronilla en la carcasa sobre la parte donde va el puente rectificador.

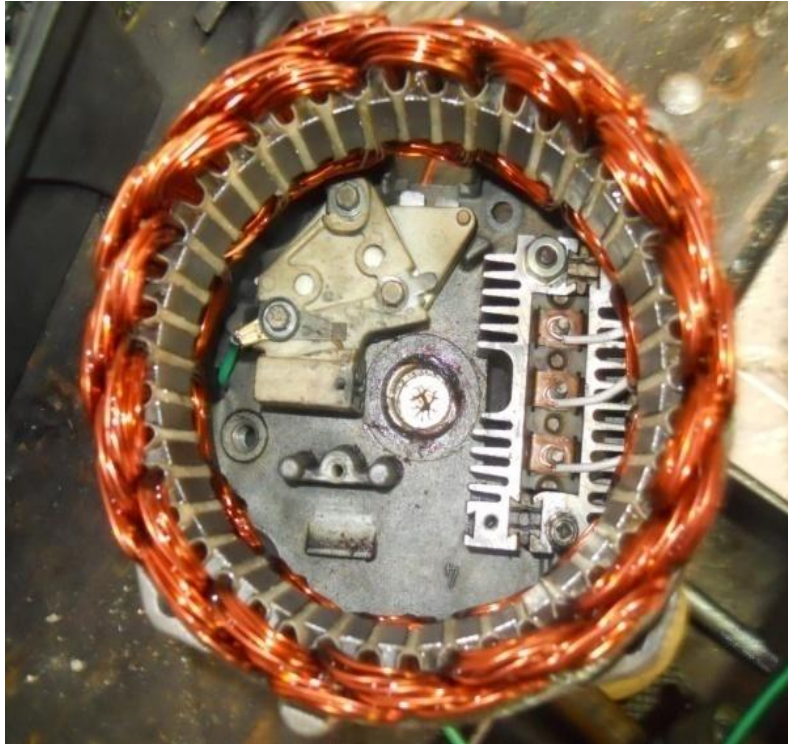


Figura 3.40. Instalación de las coronillas.

- El rotor se instala en la otra parte de la carcasa con los carbones y se los sujeta a los resortes de los carbones.
- Se juntan las dos partes y se las atornilla entre sí para fijar las partes.
- Y se procede a instalarlo en el Go Kart.



Figura 3.41. Alternador armado.

3.4.5. Cálculo de carga del alternador.

Como primer paso para poder explicar el funcionamiento del alternado y la construcción que se realizó para lograr los 36 v necesitamos conocer el principio de funcionamiento de la fuerza electromotriz (FEM).

3.4.5.1. Qué es la fuerza electromotriz.

Se denomina fuerza electromotriz a la energía proveniente de cualquier fuente, medio o dispositivo que suministre corriente eléctrica, en nuestro caso sería el alternador. Para ello se necesita la existencia de una diferencia de potencia entre dos polos (negativo y positivo) de dicha fuente, que sea capaz de impulsar las cargas eléctricas a través de un circuito cerrado.

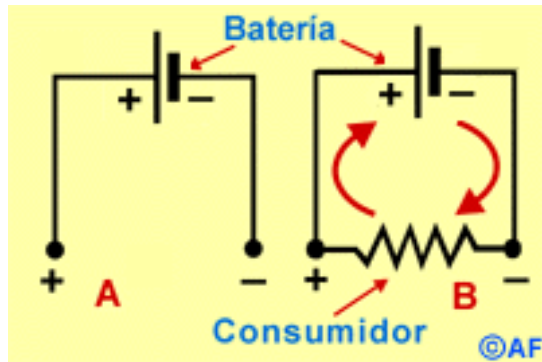


Figura 3.42. Principio de funcionamiento (FEM).²⁵

“A. Circuito eléctrico abierto (sin carga o resistencia). Por tanto, no se establece la circulación de la corriente eléctrica desde la fuente de FEM (la batería en este caso). B. Circuito eléctrico cerrado, con una carga o resistencia acoplada, a través de la cual se establece la circulación de un flujo de corriente eléctrica desde el polo negativo hacia el polo positivo de la fuente de FEM o batería”.²⁶

3.4.5.2. Cálculo del alternador.

Flujo magnético.

$$\theta = \frac{0.4 * \pi * I * N}{\mathcal{R}}$$

Dónde.

I = corriente

N = numero de espiras del rotor

\mathcal{R} = reluctancia

$$I = \frac{V}{R}$$

Dónde.

V = voltaje de fuente

R=resistencia

²⁵ AF <http://www.asifunciona.com>

²⁶ AF <http://www.asifunciona.com>

$$I = \frac{24}{15} = 1.6$$

Reemplazamos los datos en la formula de flujo magnético.

$$\theta = \frac{0.4 * \pi * 1.6 * 1800}{0.015} = 2.14 * 10^5 \text{maxwells}$$

Fuerza electromotriz (*Fem*)

$$Fem = 4.44 * Fi * NP * F * 10^{-8}$$

Dónde.

Fi = flujo magnetico

NP=numero de espiras del estator

F=veocidad rpm

4.44=constante

10^{-8} = constante

Reemplazo datos.

$$Fem = 4.44 * (2.41 * 10^5) * 11 * \left(\frac{6 * 1200}{120}\right) * 10^{-8}$$

$$Fem = 70.62 \text{ voltios}$$

Para variar el voltaje de 12v a 36v que nosotros necesitamos, se debe cambiar el número de espiras y el campo magnético. Ya que el área de la bobina ya viene determinada por el fabricante, la velocidad angular es variable, ya que se genera varias corrientes de tención, por esta razón se coloca el regulador.

Como dato práctico, para duplicar el valor de la tensión, se duplica el número de espiras y la galga de conductor se reduce $\frac{1}{3}$.

Para lograr que el dispositivo del movimiento perpetuo llegue a 36v, en el estator se aumento las espiras de 5 a 11 y el número de galga se lo cambio de 15 a 20. En el rotor de redujo el número de galga de 20 a 23 y se triplico las espiras de 600 a 1800.

CAPÍTULO 4.

Ensamblaje del Go kart eléctrico.

4.1. MONTAJE DE LOS DISTINTOS SISTEMAS DESARROLLADOS.

4.1.1. Montaje del sistema de movimiento perpetuo.

Se adaptó en el eje posterior una polea de 9 pulgadas para que no sobresalga del diámetro de la rueda.

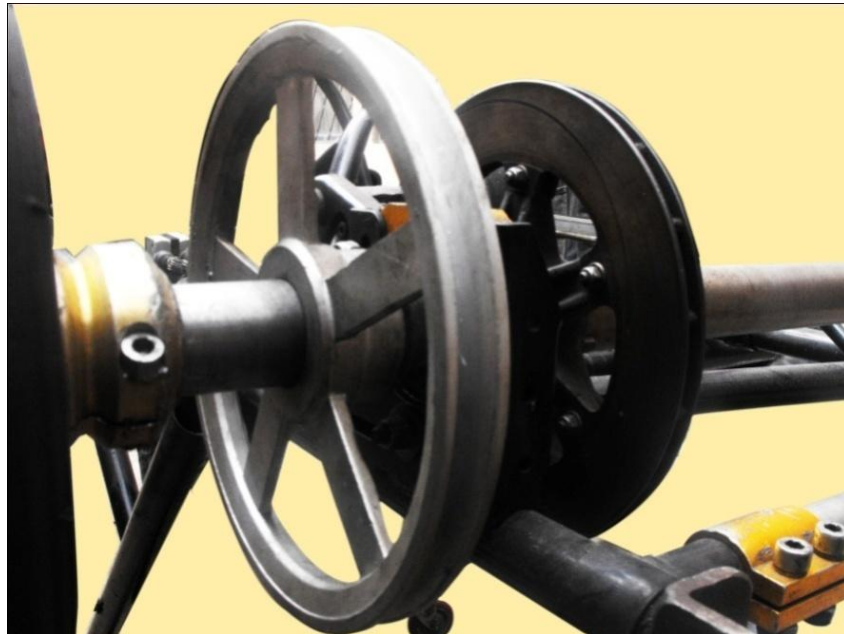


Figura 4.1. Adaptación de la polea.

Se colocó dos barras, que se fijaron al chasis del Go Kart, para que así se pueda sujetar el alternador. Una de las barras tiene un ojo largo para templar la banda.



Figura 4.2. Adaptación de barras del alternador lado posterior.



Figura 4.3. Adaptación de barras del alternador lado frontal.

En la figura 4.4 se puede observar el sistema montado en el Go Kart eléctrico.

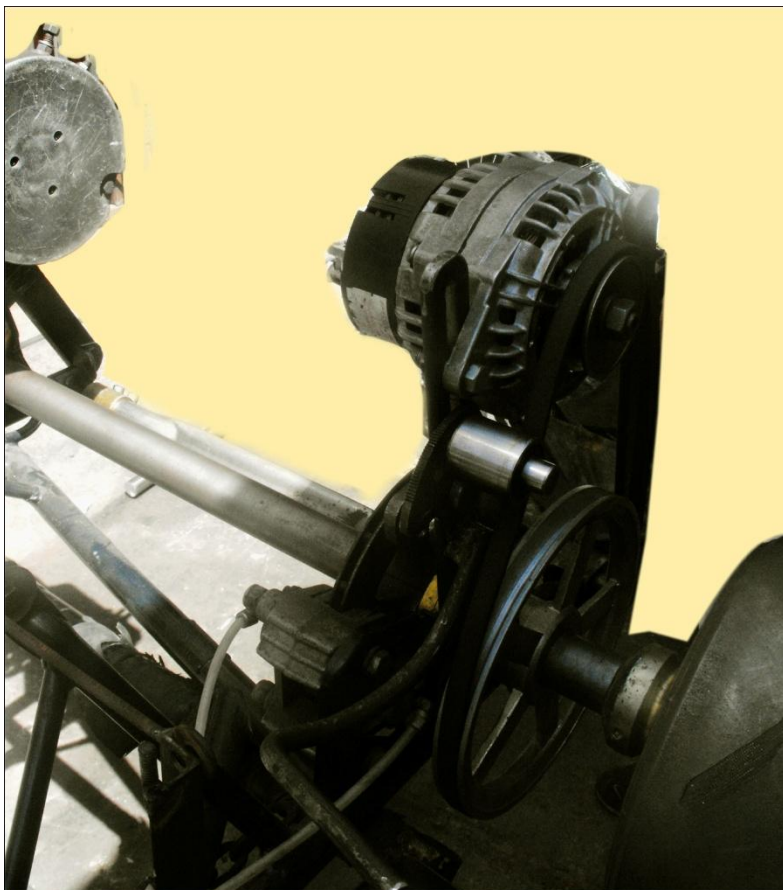


Figura 4.4. Sistema armado del sistema de movimiento perpetuo.

4.1.2. Montaje de los paneles solares.

Los marcos de los paneles solares se construyeron de acuerdo a las medidas de los mismos.

Los marcos de los paneles solares se distribuyeron, de tal manera, que afecte el diseño del Go Kart, también que no impida la instalación de los acumuladores. Dejando espacio suficiente para el montaje y desmontaje de los acumuladores.



Figura 4.5. Marco del panel solar lado 1.

Los paneles están ubicados a una altura de 45 mm para que no topen los cables de las baterías ni el modulo de control del motor eléctrico.



Figura 4.6. Marco del panel solar lado 2.

Se ubico los marcos de los paneles solares, uno en cada lado, y el tercero, en la parte posterior.



Figura 4.7. Marco del panel solar lado 3 y vista frontal.

En la figura 4.8 se puede observar el sistema de carga de los paneles solares ensamblado.



Figura 4.8. Sistema de carga de paneles solares montado.

4.1.3.- Montaje del motor eléctrico.

Se elaboró un soporte para el eje, para evitar que este se tuerza, y una tapa en el motor para la adaptación de este al piñón que va a la cadena.



Figura 4.9. Soporte del eje del motor eléctrico.

Al principio se colocó un piñón de 11 dientes y una catalina de 79 dientes, dándonos una relación de 7:18.

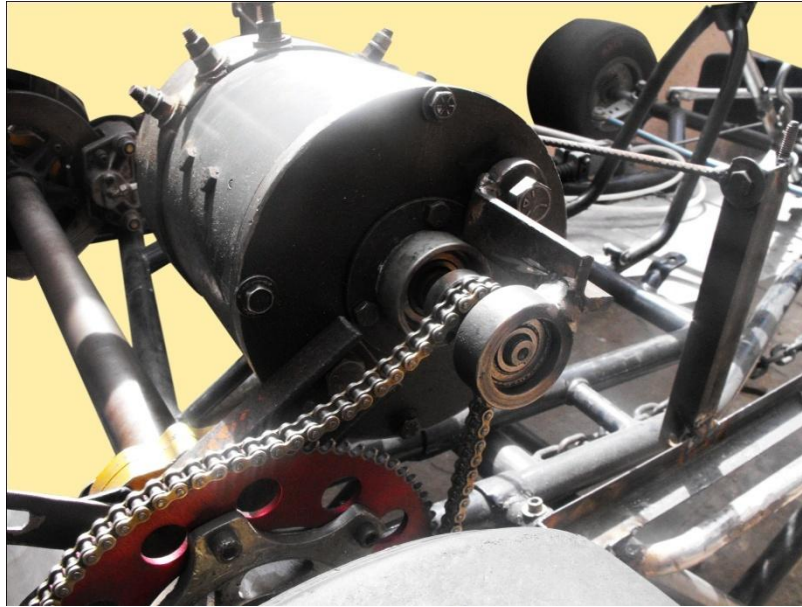


Figura 4.10. Montaje del motor eléctrico.

Se sujeta con una barra de acero que va atornillado al chasis del Go Kart, al otro se construye un tipo como de abrazadera que se sujeta al chasis, que tiene la función de disminuir las vibraciones y de mejor sujeción del motor.



Figura 4.11. Soporte tipo abrazadera del motor eléctrico.

Para que el vehículo duplique la velocidad se decidió cambiar el piñón y la catalina. El piñón se cambio de 11 dientes por uno de 14, la catalina de 79 dientes por una de 45. Dándonos una relación de 3.21:1.



Figura 4.12. Catalina y Piñón del motor eléctrico.

4.2. FUNCIONAMIENTO DE CONTROL DE VELOCIDAD Y DE GIRO DEL MOTOR.

Este sistema de control de velocidad del motor tiene una fuente de alimentación de 36 voltios la cual se logra con una conexión en serie de 3 baterías de 12 voltios cada una. El terminal positivo está conectado al switch máster, el cual permite el paso de corriente hacia el automático, que es controlado mecánicamente al momento que se presiona el pedal del acelerador. La velocidad del motor está controlada por un potenciómetro.

Cuando se cierra el switch mecánico, pasa la corriente al terminal 1 del controlador que es el que lleva la corriente al terminal 2 y posteriormente al potenciómetro que, dependiendo de la aceleración que se desee la corriente, llegará al terminal 3, el que recibirá la señal del potenciómetro y que servirá para controlar la velocidad.

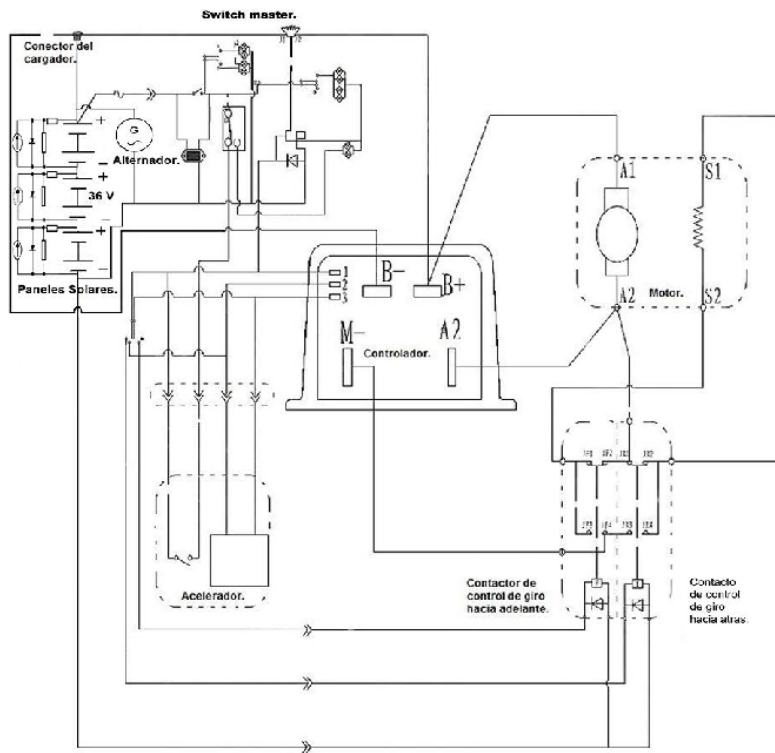
El terminal negativo de fuente se conecta al terminal B- del controlador, es el que alimenta de corriente al controlador. Instantáneamente, el controlador permite el paso de corriente hacia el terminal B+ que va conectado directamente al terminal A1 del motor.

En conclusión, el terminal B- y B+ son los que permiten el paso de corriente hacia el motor.

El terminal A2 del controlador en conjunto con los terminales del 1, 2 y 3, son los que controlan el flujo de corriente para dar la velocidad del motor, dependiendo de cuánto se esté presionando el acelerador.

El terminal M- del controlador es el que permite el paso de corriente al sistema que realiza el trabajo de cambio de giro del motor.

El terminal S2 del motor es el que controla el movimiento hacia adelante y el terminal S1 es el que controla el movimiento hacia atrás.



| | | | |
|--------------------|---------------|--------------|---|
| Trat. Termico: | - | F.I.A | Universidad Internacional del Ecuador |
| Recubrimiento: | - | | |
| Tesis de grado | Tol. Gral.: - | Escala: | Dib. R Moreno - D Vivanco Dis. R Moreno - D Vivanco Rev. Ing. Juan F. Iniguez |
| Diagrama Electrico | | RM-DV 002 | Fecha: 13/04/2012 |

4.3. ESTRUCTURA DEL CHASIS DEL GO KART.

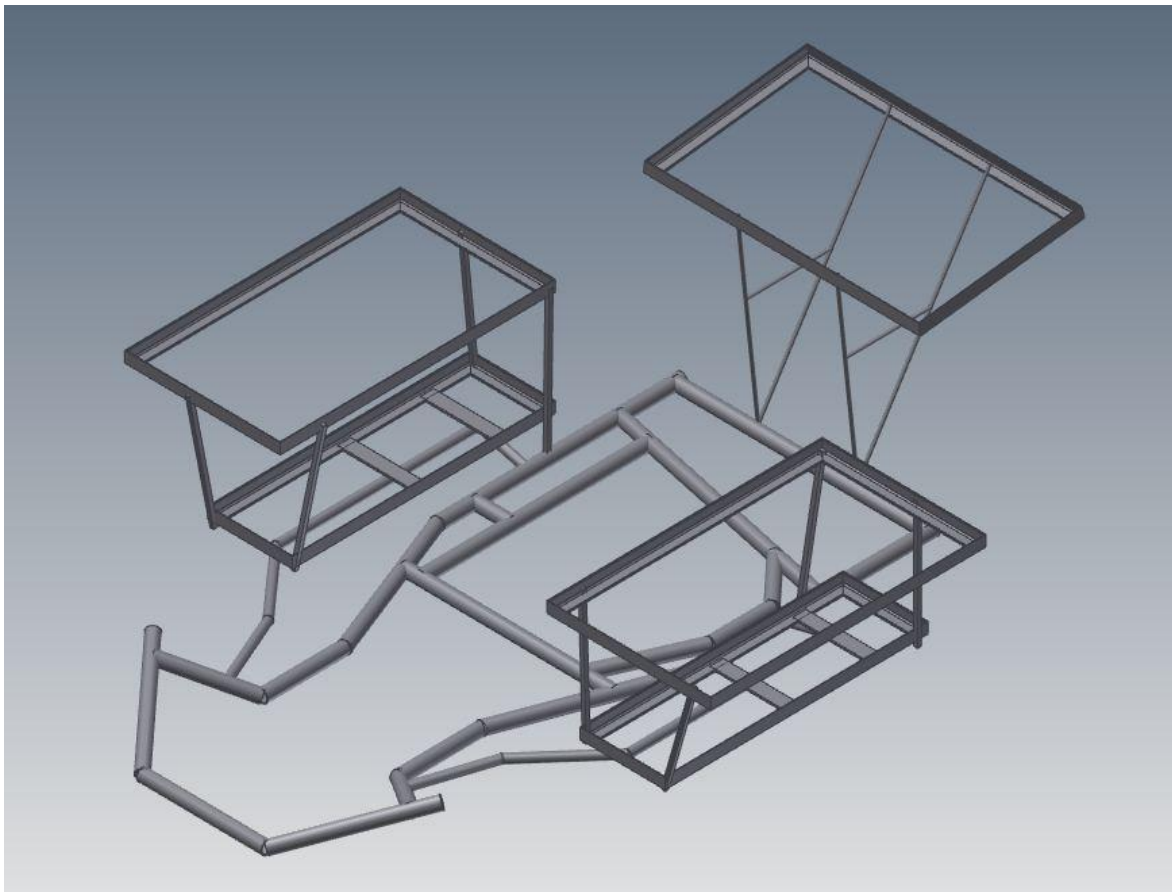
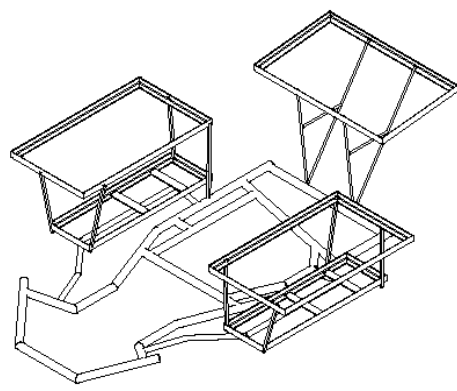
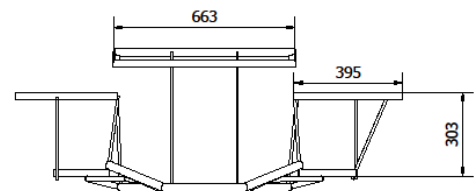
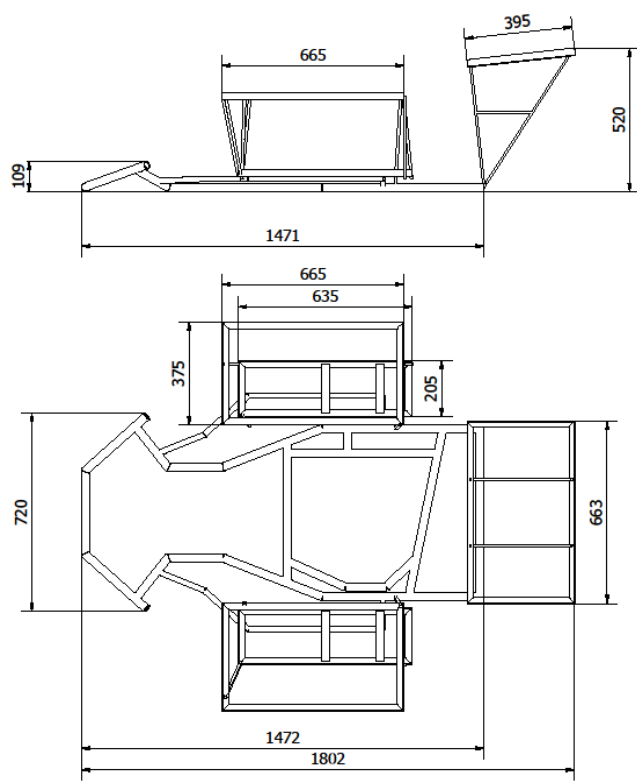


Figura 4.13 Estructura del Go kart vista 3D.

En la figura 4.13 se puede observar la estructura del Go Kart que se dibujo en un programa llamado Inventor, se pueden observar las partes que se modificaron que son los marcos de los paneles y los soportes de las baterías.



| | | | |
|-------------------|---------------|--------------|---|
| Trat. Termico: | - | F.I.A | Universidad Internacional del Ecuador |
| Recubrimiento: | Pintura | | |
| Tesis de grado | Tol. Gral.: - | Escala: | Dib. R Moreno - D Vivanco Dis. R Moreno - D Vivanco Rev. Ing. Juan F. Iniguez |
| Plano Estructural | | RM-DV 001 | Fecha: 13/04/2012 |

4.4. ANÁLISIS DE ESFUERZOS.

El programa utilizado para realizar el análisis de esfuerzo se llama Inventor profesional 2012, el proceso que se realizó para realizar este análisis es el siguiente:

- Primero se debe dibujar la estructura, en nuestro caso se dibujó el chasis del Go Kart con las modificaciones realizadas.
- Ingresar los datos de que material está construido el chasis.
- Se colocó los pesos en los distintos soportes para conocer cuáles son los esfuerzos que se ejercen.

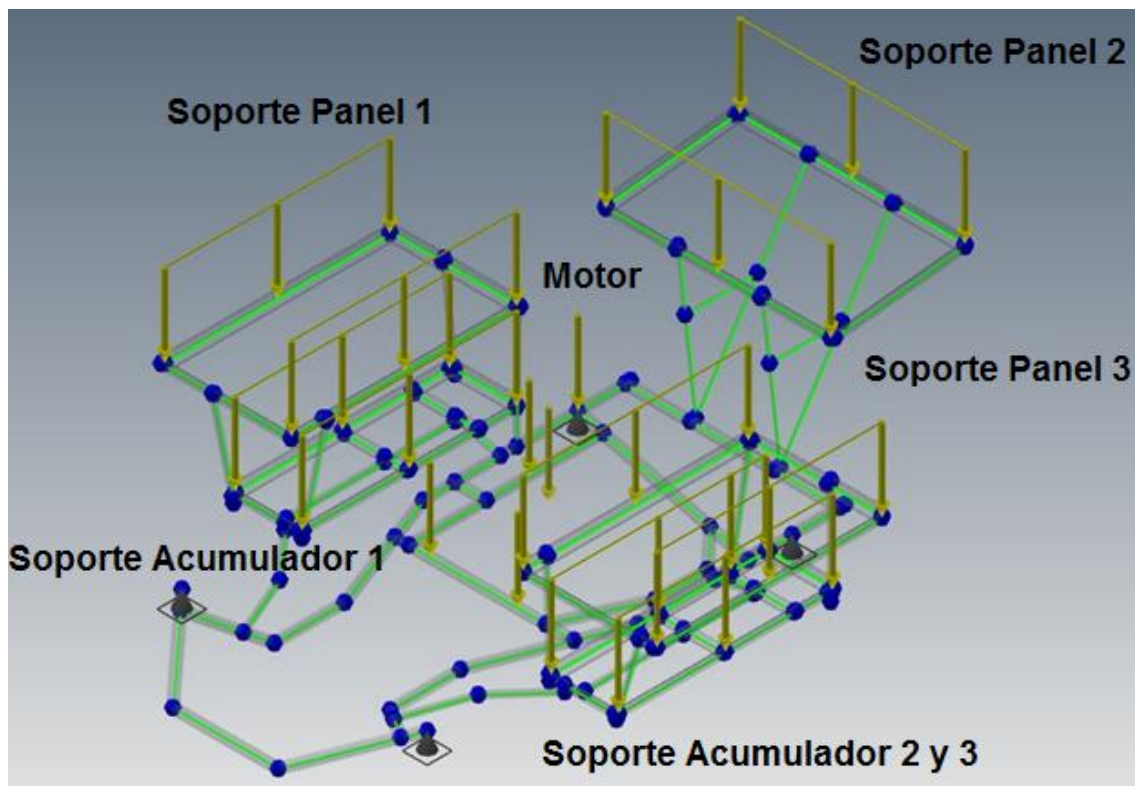


Figura 4.14. Puntos de esfuerzos vista 1.

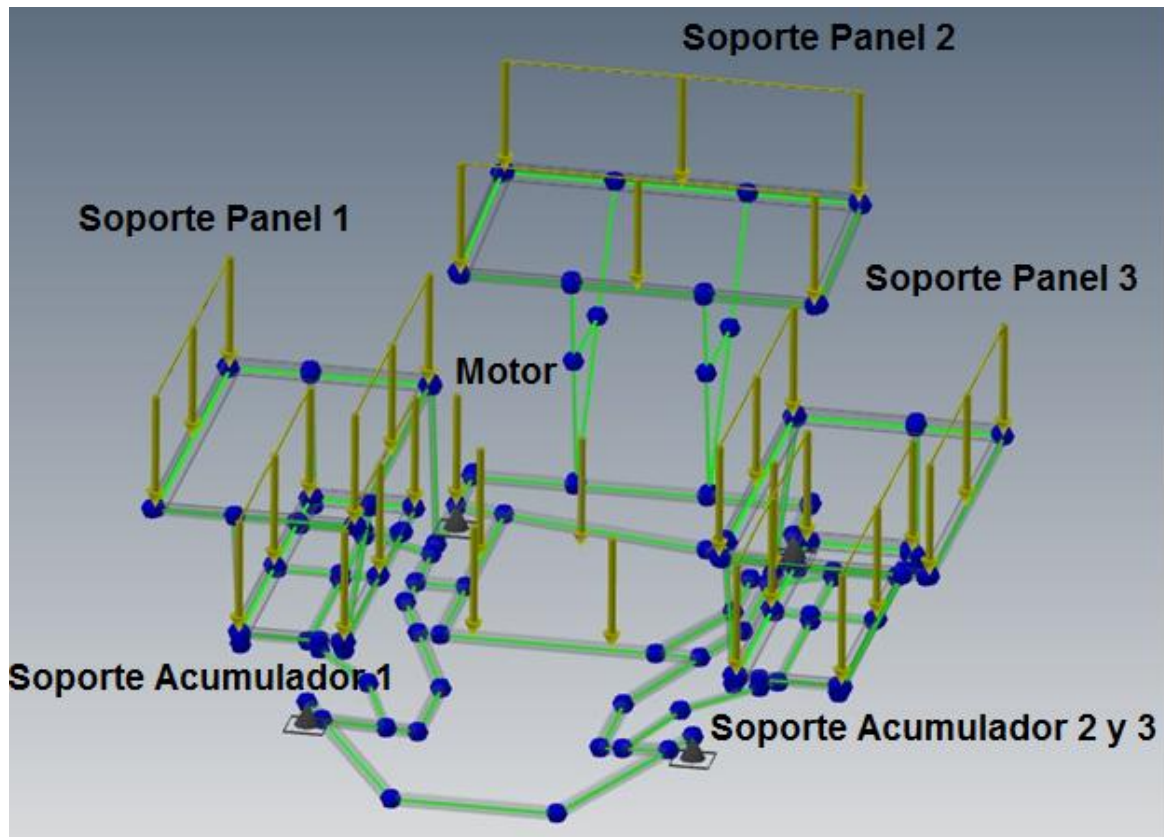


Figura 4.15. Puntos de esfuerzos vista 2.

En las figuras 4.14 y 4.15 se están simulando los puntos donde existe varios pesos los cuales se encuentran distribuidos en el chasis.

Los pesos que se encuentran distribuidos son los siguientes:

Tabla 4.1. Detalle de los pesos ejercidos sobre el chasis.

| Detalle | Peso Ejercido. |
|--------------------------|-----------------------|
| Soporte Panel 1 | 1.5 Kilos |
| Soporte Panel 2 | 1.5 Kilos |
| Soporte Panel 3 | 1.5 Kilos |
| Soporte Acumulador 1 | 37 Kilos |
| Soporte Acumulador 2 y 3 | 60 Kilos |
| Peso conductor | 80 Kilos |

4.4.1. Tubería utilizada en el programa inventor.

El acero que se utilizó es A36 y tiene las siguientes características:

El acero A36, tiene una densidad de 7850 kg/m^3 (0.28 lb/in^3). El acero A36 en barras, planchas y perfiles estructurales con espesores menores de 8 plg (203,2 mm) tiene un límite de fluencia mínimo de 250 MPa (36 ksi), y un límite de rotura mínimo de 410 MPa (58 ksi). Las planchas con espesores mayores de 8 plg (203,2 mm) tienen un límite de fluencia mínimo de 220 MPa (32 ksi), y el mismo límite de rotura pero de todos modos se rompe.

El acero A36 es una aleación de acero al carbono de propósito general muy comúnmente usado, aunque existen muchos otros aceros, superiores en resistencia, cuya demanda está creciendo rápidamente.

La denominación A36 fue establecida por la ASTM (American Society for Testing and Materials).

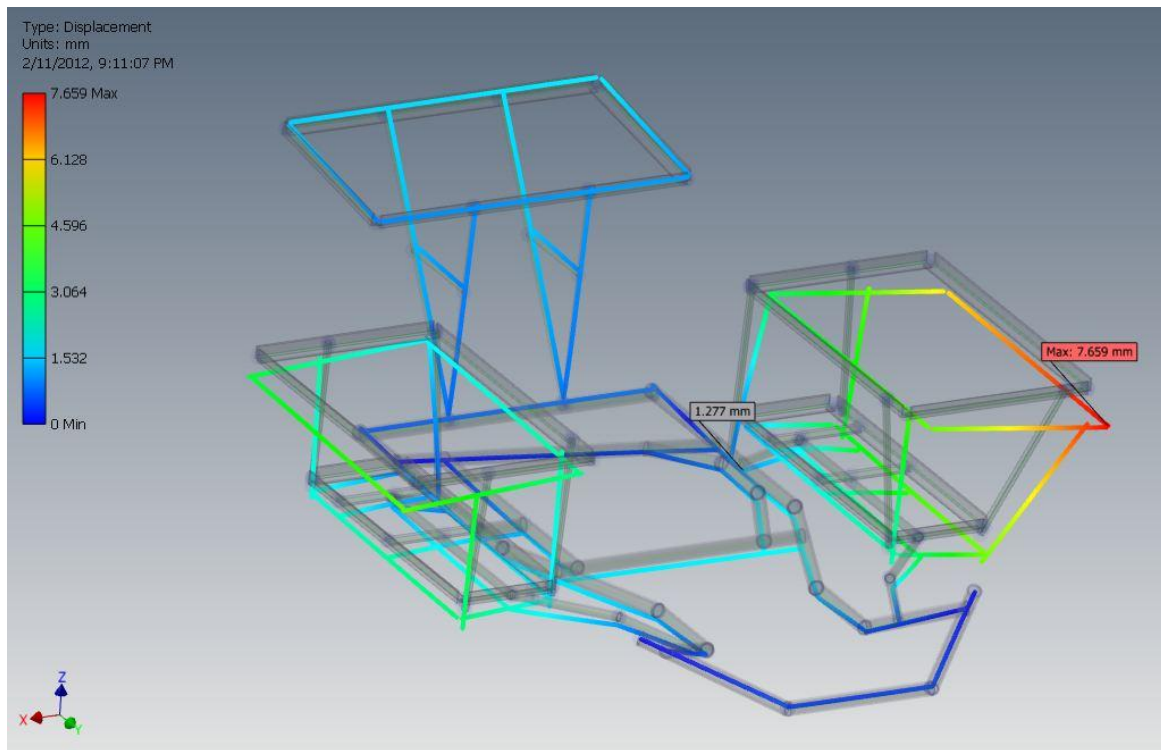


Figura 4.16. Desplazamiento.

En la figura 4.16 se puede observar el desplazamiento del chasis, donde en el punto de mayor esfuerzo y desplazamiento que se produce es de 1.27mm. En la esquina del panel izquierdo hay una deflexión de 7.69mm, esto se produce por un efecto de palanca, más no porque haya un gran esfuerzo en sostener el panel.

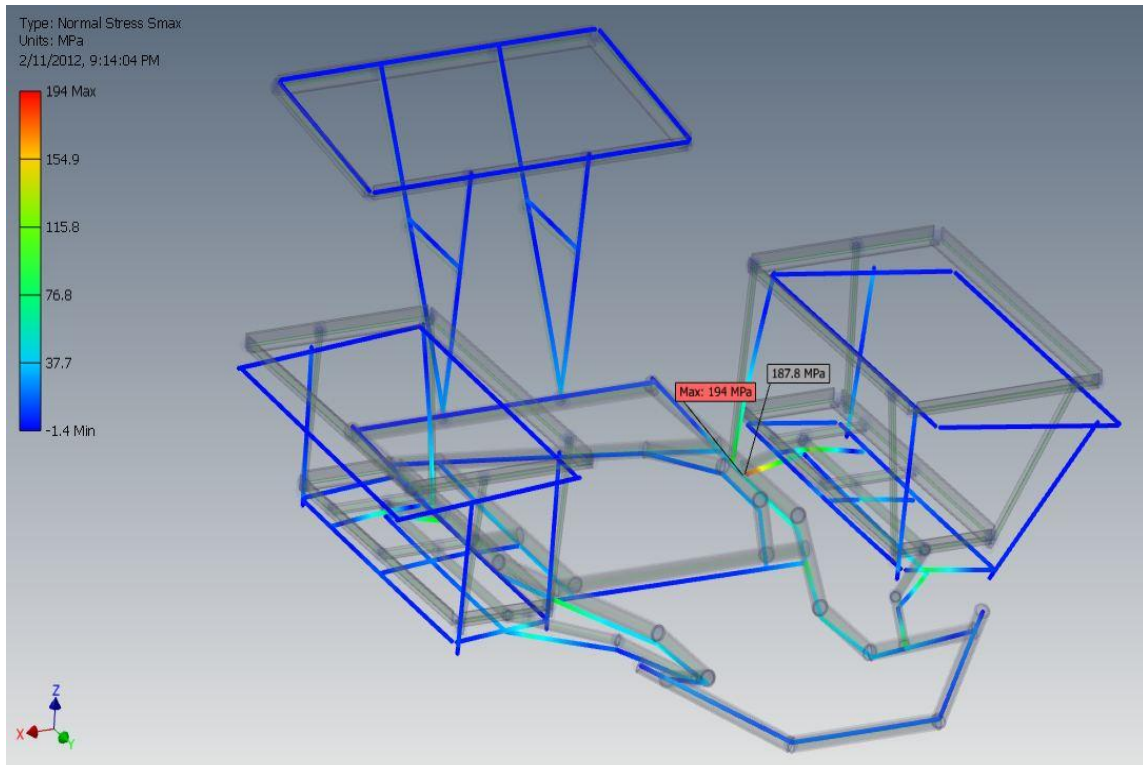


Figura 4.17. Esfuerzo normal.

Como se puede observar en la figura 4.17 el punto más crítico en el soporte del acumulador 2 y 3, el esfuerzo que existe es de 194 MPa, lo que quiere decir que el tubo es suficientemente fuerte para sostener el peso de las baterías (30Kg c/u), el acero que se está utilizando en el programa es el más común (A 36) soporta hasta 248 MPa de esfuerzo normal, no se pudo determinar que tubería tiene el chasis, pero nosotros conocemos que es una mucho más fuerte.

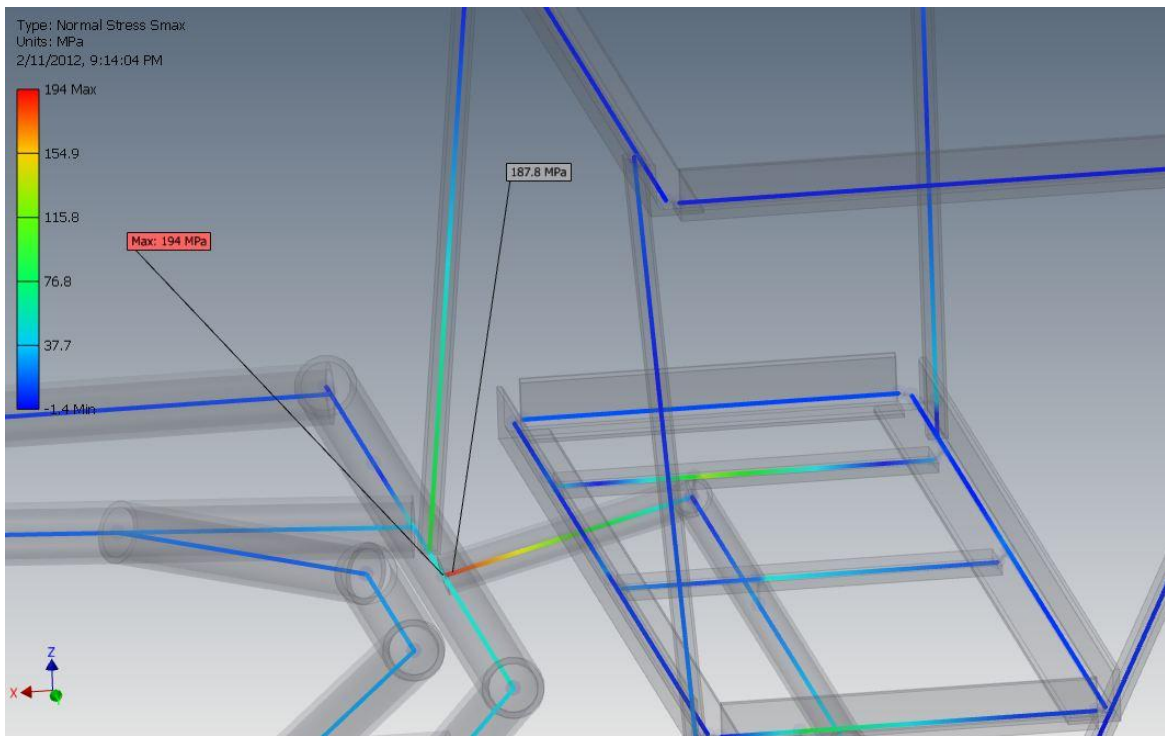


Figura 4.18. Esfuerzo normal (Ampliado).

En la figura 4.18 se puede observar con mayor claridad el punto crítico del esfuerzo en el chasis.

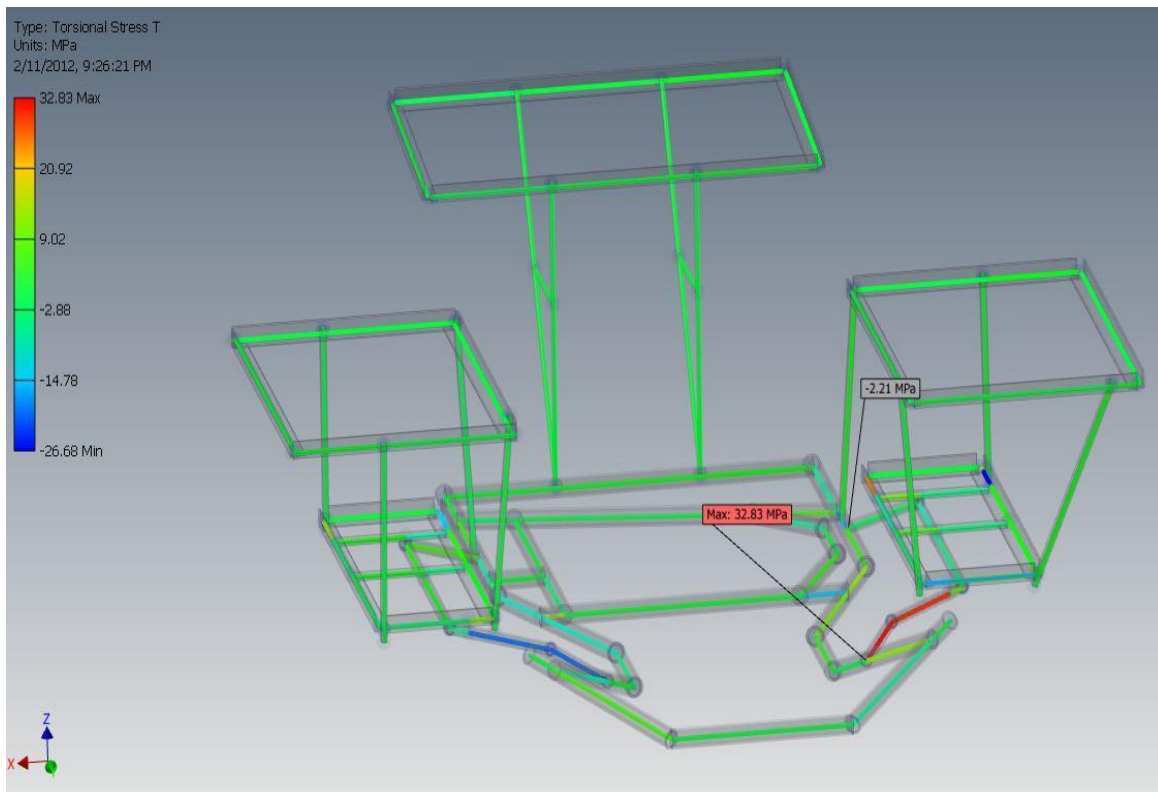


Figura 4.19. Punto de torsión.

El segundo punto más crítico es el otro extremo del tubo donde se encuentra soporte del acumulador 2 y 3. Existe un esfuerzo de torsión de 32.83 MPa, el cual un acero más común tiene una resistencia de hasta 100 MPa.

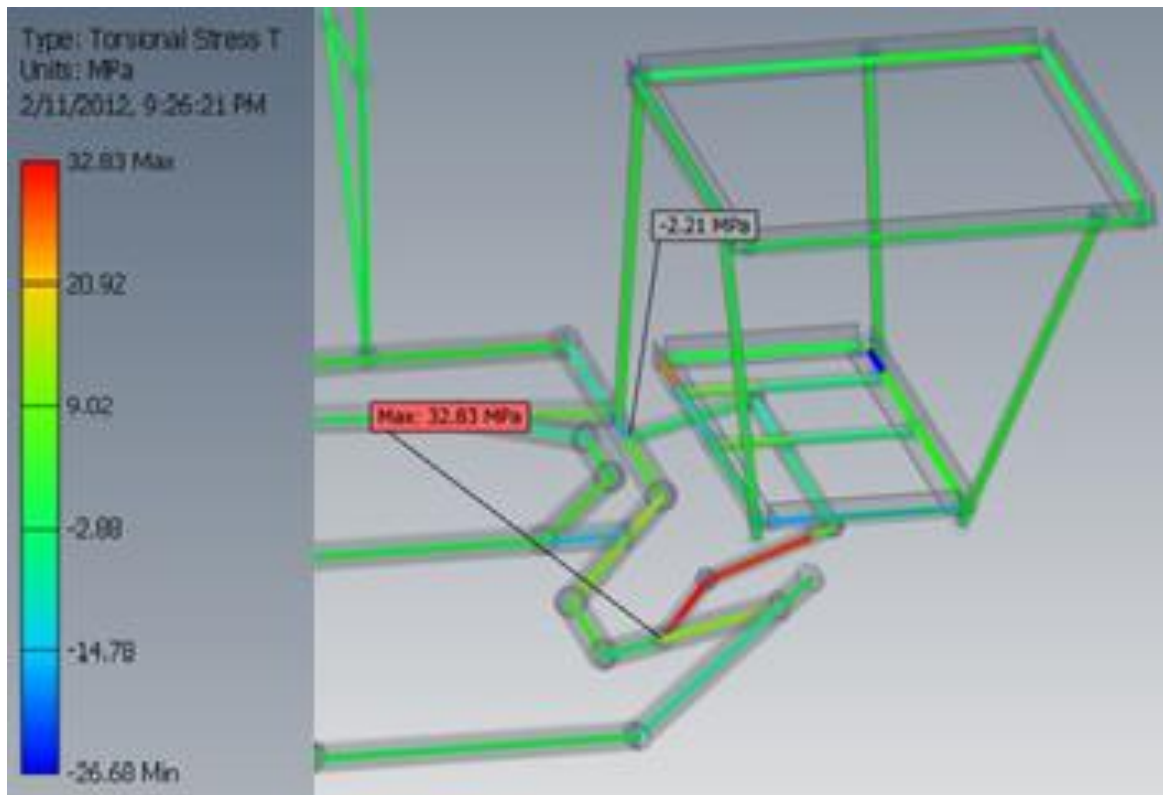


Figura 4.20. Punto de torsión (Ampliado).

En la figura 4.20 se puede observar con mayor claridad el punto torsión del esfuerzo en el chasis.

4.5. CÁLCULO DE COEFICIENTE DE SEGURIDAD.

Material de tubos

Tubería SIN costura DIM 10305-1

Sy = 248MPa (limite de fluencia)

Material estructural fabricada

Acero A36

$$\eta = \frac{S_y}{S_n}$$

Esfuerzo normal máximo

$$\sigma = 194MPa$$

Dónde.

η = coeficiente de seguridad

$$\eta = \frac{248MPa}{194MPa}$$

$$\eta = 1.27$$

4.6. CONSUMO DEL MOTOR.

Para poder determinar el consumo del motor las pruebas se realizaron en el kartodromo de la mitad del mundo.

Se realizaron dos tipos de pruebas, la primera fue sin ningún sistema de carga y la segunda fue con los distintos sistemas de carga.



Figura 4.21. Circuito recorrido con el Go Kart eléctrico.

La pista que se recorrió tiene la siguiente ruta, que por vuelta se recorría 1,15 km.



Figura 4.22. Inicio del circuito (altura 2445m)

En figura 4.22 se puede observar las inclinaciones que tiene la pista y por lo tanto los esfuerzos que tuvo que ser sometido el motor.



Figura 4.23. Punto más alto de la pista (altura 2462m).

En la figura 4.23 se puede observar donde se encuentra el punto más alto de toda la pista empezó con una altura de 2445m y su altura es de 2462m lo que quiere decir que la altura fue de 17m.

4.6.1. Consumo del motor sin sistemas de carga.

En esta prueba se realizó sin ningún sistema de carga para así determinar cuál es el consumo real del motor.

Los resultados fueron los siguientes:

Tabla 4.2. Resultados de pruebas sin carga.

| Voltaje 1 | Voltaje 2 | Voltaje 3 | Voltaje Total |
|------------------|------------------|------------------|----------------------|
| 12.83 V | 12.8 V | 12.81 V | 38.44 V |
| 12.45 V | 12.42 V | 12.43 V | 37.3 V |
| 12.3 V | 12.27 V | 12.28 V | 36.85 V |
| 12.2 V | 12.17 V | 12.18 V | 36.55 V |
| 12.1 V | 12.07 V | 12.08 V | 36.25 V |

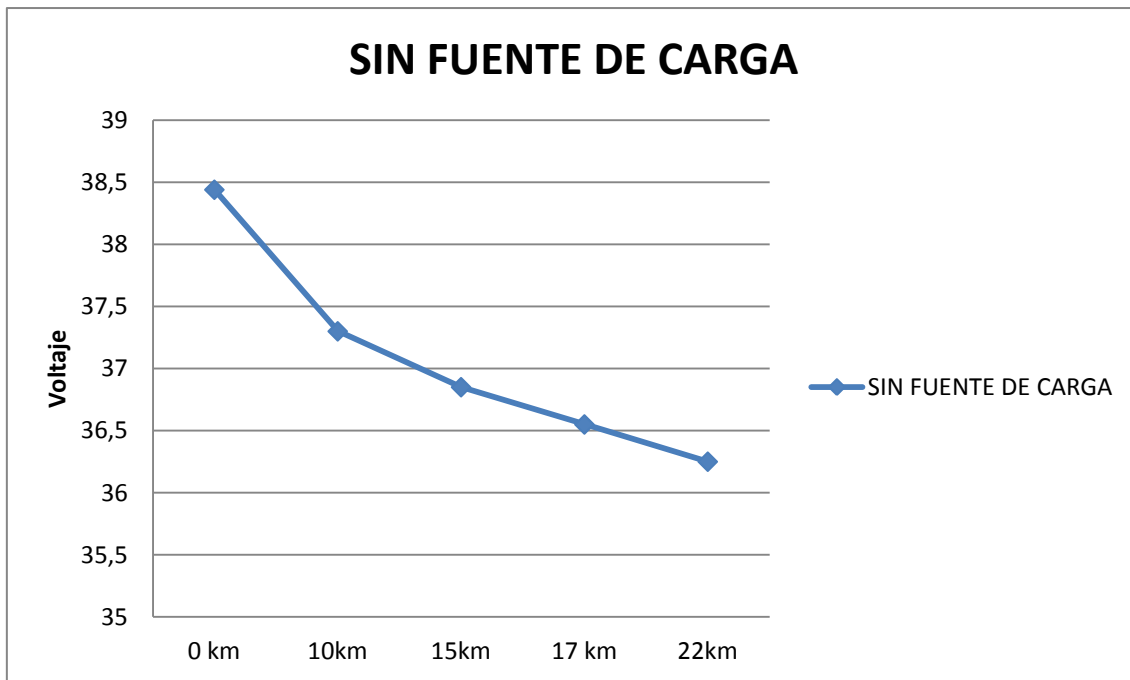


Figura 4.24. Línea de consumo del motor sin fuentes de carga.

En la tabla 4.2 y figura 4.24 se demuestra el consumo de voltaje de las baterías sin ningún sistema de carga.

Se puede observar en el cuadro de consumo la variación de voltaje que empieza con 38.44 y termina en 36.25 dándonos una autonomía de 22 km de recorrido, con una velocidad máxima de 48.6 km/h.

Al final de esta prueba se noto que el motor no tenía el mismo torque que al inicio.

4.6.2. Consumo con los sistemas de carga.

Estas pruebas se realizaron con los distintos sistemas de carga para así determinar que tan efectivos son los sistemas.

4.6.2.1. Consumo de los paneles solares.

Esta prueba se realizo en un día soleado, de igual forma los resultados de este sistema son reales ya que fueron realizados en capo.

Los resultados fueron los siguientes:

Tabla 4.3. Resultados con fuente de carga (PANELES SOLARES).

| Voltaje 1 | Voltaje 2 | Voltaje 3 | Voltaje Total. |
|------------------|------------------|------------------|-----------------------|
| 12.83 V | 12.8 V | 12.81 V | 38.44 V |
| 12.63 V | 12.6 V | 12.6 V | 37.83 V |
| 12.48 V | 12.46 V | 12.45 V | 37.39 V |
| 12.06 V | 12.08 V | 12.07 V | 36.21 V |

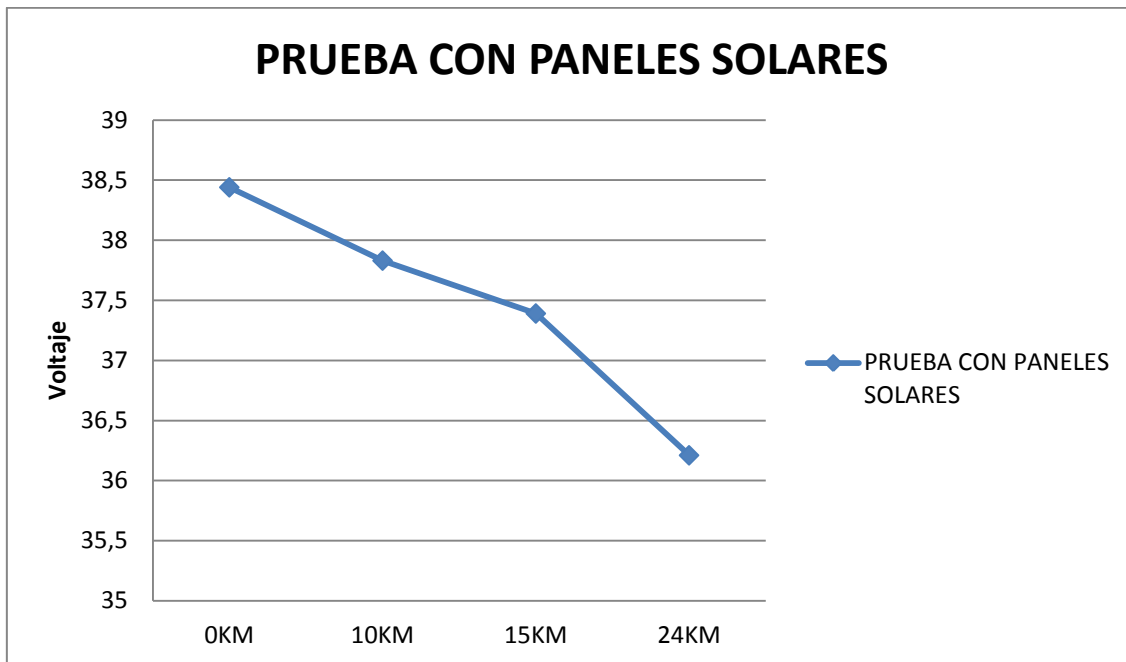


Figura 4.25. Línea de consumo del motor con los paneles solares.

En la tabla 4.3 y figura 4.25 se demuestra el consumo de voltaje de las baterías con el sistema de carga de los paneles solares.

Se puede observar en el cuadro de consumo la variación de voltaje que empieza con 38.44 y termina en 36.21, dándonos una autonomía de 24 km de recorrido, con una velocidad máxima de 50.2 km/h.

Al final de esta prueba se noto que el motor aun tenía el mismo torque que al inicio de la prueba.

3.6.2.2. Consumo del sistema de movimiento perpetuo.

Esta prueba se realizo solo con este sistema ya que se quería comprobar si la teoría del movimiento perpetuo en realidad funciona.

Los resultados fueron los siguientes:

Tabla 4.4. Resultados con fuente de carga (MOVIMIENTO PERPETUO).

| Voltaje 1 | Voltaje 2 | Voltaje 3 | Voltaje Total. |
|------------------|------------------|------------------|-----------------------|
| 12.88 V | 12.87 V | 12.87 V | 38.62 V |
| 12.32 V | 12.35 V | 12.31 V | 36.98 V |
| 12.06 V | 12.04 V | 12.02 V | 36.12 V |

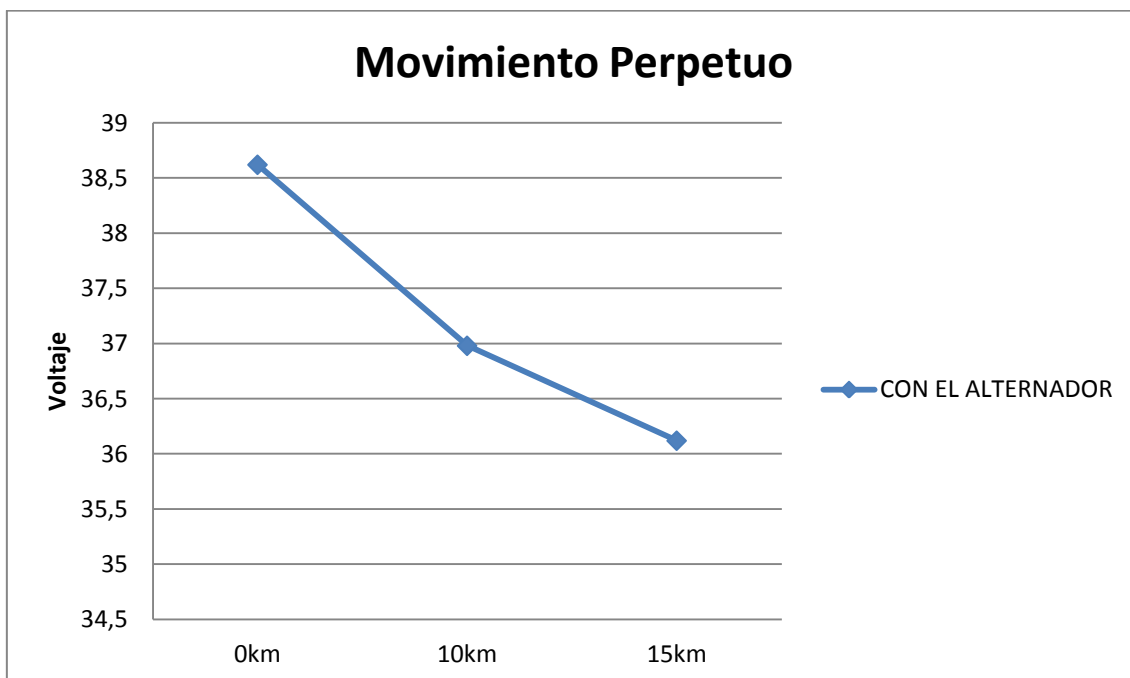


Figura 4.26. Línea de consumo del motor con el sistema del movimiento perpetuo.

En la tabla 4.4 y figura 4.26 se demuestra el consumo de voltaje de las baterías con el sistema de carga del alternador.

Se puede observar en el cuadro de consumo la variación de voltaje que empieza con 38.62 y termina en 36.12, dándonos una autonomía de 15 km de recorrido, con una velocidad máxima de 42.3 km/h.

Al final de esta prueba se determino que el alternador es una carga negativa ya que la autonomía bajo considerablemente.

Se planteo la idea de utilizar el alternador como freno regenerativo, pero en el caso de un Go Kart casi no posee momentos de inercia, en los momentos que se produciría este fenómeno no sería suficiente como para producir las 1600 rpm necesarias que requiere el alternador para producir energía.

4.7.- COMPARACIÓN DE LOS DISTINTOS SISTEMAS INCORPORADOS.

Con estos cuadros se demuestra los distintos resultados que obtuvimos en las pruebas que se realizaron en el Kartodromo.

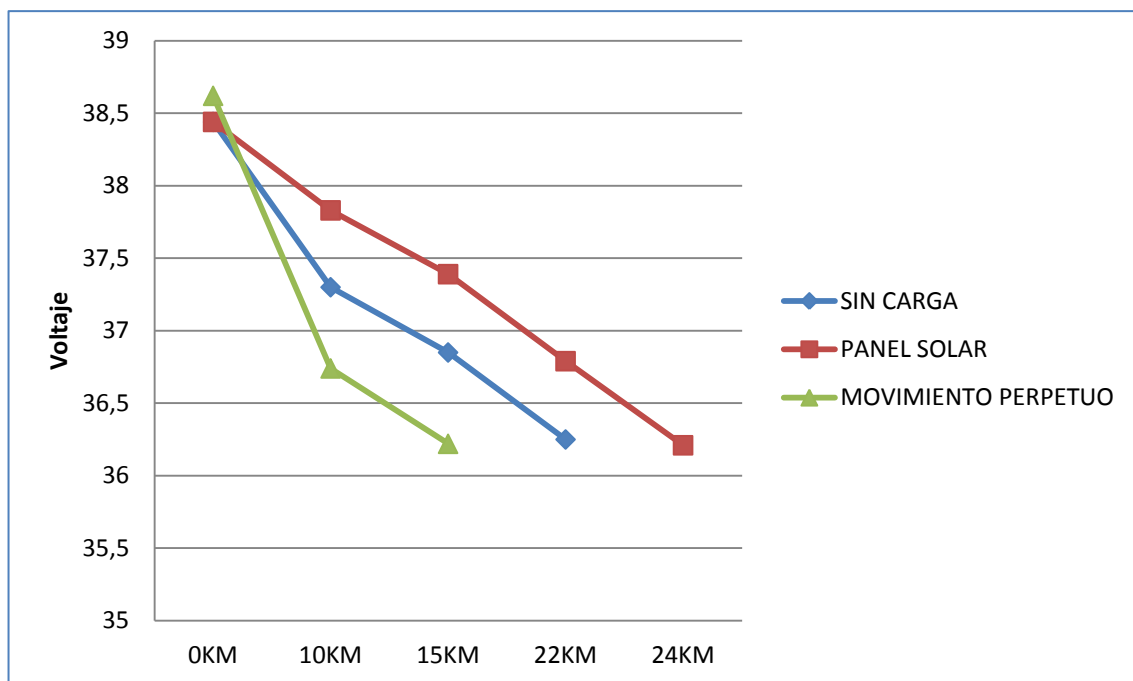


Figura 4.27. Líneas de consumos del motor (Comparativo).

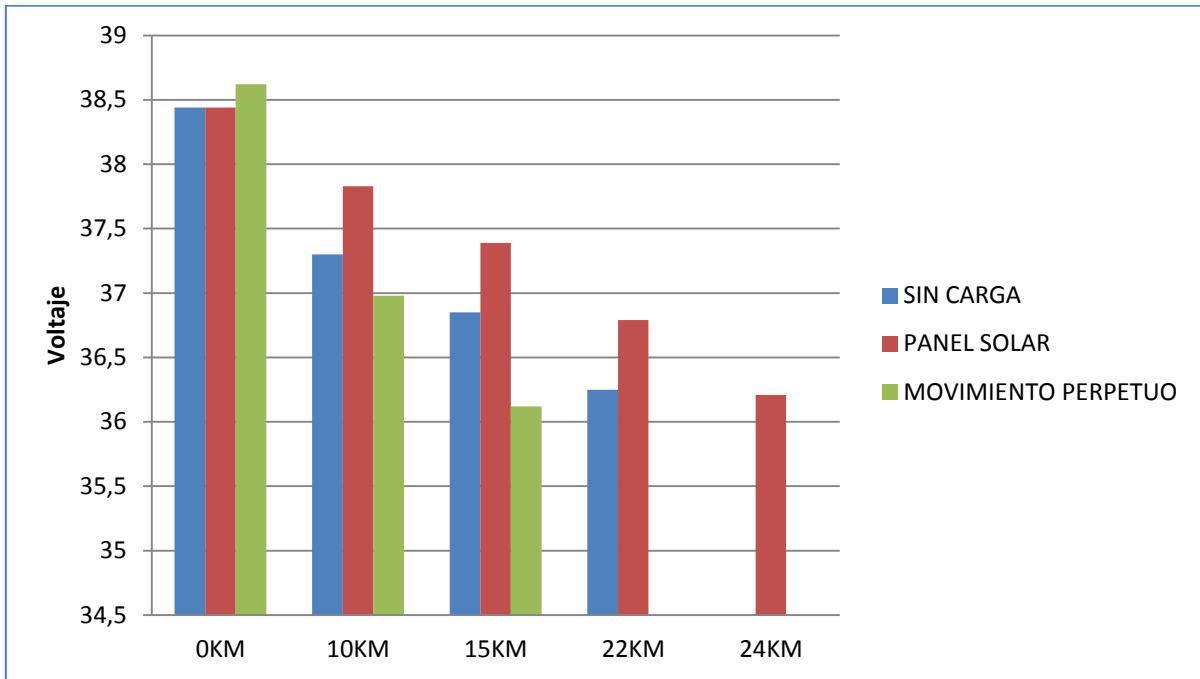


Figura 4.28. Cuadro estadístico de consumos del motor (Comparativo).

Como se observa en las figuras 4.27 y 4.28 comparativas con los paneles solares mejoro el rendimiento, ganando 1.48% en el voltaje y amperaje entregando mayor potencia y torque al motor, a pesar de la distancia recorrida. Lo que se pudo observar que al kilometro 22 el motor tenía la suficiente carga como para andar 10 kilómetros más. No se recorrió mas ya que queríamos causar un daño a las baterías ya que el voltaje de cada una de las baterías era de aproximadamente de 12.08 voltios.

Con el alternador no tuvimos un resultado favorable, como se observa en el cuadro a relación con el sistema de carga de los paneles solares, se determino que perdimos un 37.5% de autonomía, esto es causa de la fuerza electromotriz que produce el alternador.

CONCLUSIONES

- Se determino que los acumuladores tiene una autonomía aproximada de 22km, lo cual incluye aceleración, desaceleración, cuestas y bajadas sin embargo el momento que se instaló los paneles solares se logró obtener mejores resultados pues se alcanzo 2 km adicionales de recorrido.
- Se logro colocar correctamente la adaptación de todos los sistemas, pero el momento que se instaló el alternador para aplicar como freno regenerativo lamentablemente esto no funcionó por la baja inercia del Go Kart, posteriormente se experimento con el sistema de movimiento perpetuo y de igual forma no se obtuvo resultados favorables.
- En las pruebas del movimiento perpetuo dieron como resultado que este no funciona como tal, ya que hay muchos desperdicios de esfuerzos, porque el alternador y el eje sin diferencial son cargas muy altas de tal manera que se desperdicia fuerza mecánica.

RECOMENDACIONES

- Utilizar paneles solares flexibles que mejoren la capacidad de recepción solar para optimizar el espacio físico y aumentar la carga eléctrica de los acumuladores.
- El uso del alternador, como movimiento perpetuo, está descartado. Pero es viable su aplicación usada como freno regenerativo en vehículos con más peso para poder aprovechar la inercia.
- Diseñar un diferencial en el eje trasero para disminuir el esfuerzo en el motor y la fricción de las llantas con el asfalto al momento de curvar.
- Adaptar una caja de cambios para conseguir mayor velocidad y distancia en autonomía.
- Los acumuladores que utilizamos son de muy buena capacidad sin embargo sería conveniente el uso de baterías de descarga profunda (de litio ó de gel), pues estas tienen mayor amperaje y duración pero el costo de estos acumuladores es muy elevado y son de difícil acceso.

BIBLIOGRAFÍA

AF <http://www.asifunciona.com>

CD de programa de capacitación en emisiones vehiculares CIMS.

Contaminación atmosférica. Ernesto Martínez Ataz y Yolanda Díaz de Mera Morales. Universidad de Castilla-La Mancha. 2004 ISBN8484273245, 9788484273240

Plantilla Picture Window. Imágenes de plantillas de konradlew.

Copyright © 2012 Automotriz On-Line.

Creadores de la pagina Eric Ablett, Dominick Bellizzi, James Byers, Sarah Cove, Max Dobrusin, Adam Frey, Jeff Hanke, Ryan Koopmans, Julie Newcomb, and Carole Snitzer.

Curso de electricidad básica MACK.

Enrique Celis automecanico.com

Fabricante Baterías de Montacargas con calidad mundial +52+8181419000

German Wikipedia, original upload 29. Dez 2004 by Silane (selfmade)

<http://electronics.howstuffworks.com>

<http://meteobasica.blogspot.com>

<http://www.prodiversitas.bioetica.org>

<http://www.tuveras.com>

Lejardi, L., 1088, "Acumuladores de electricidad (Manual práctico)"; 319 pag, Progensa, Sevilla.

R-Luis. luis_ju@wanadoo.es

Solliclima.es | Solar térmica en Solliclima.es

www.ecapra.org

www.krannich-solar.com

www.lineacapital.com.ar

2010 Vynckier Enclosure Systems, Inc. enclosuresonline.com

2010 - 2012 Webscolar

ANEXOS

Anexo 1 Reporte del programa Inventor.

Frame Analysis Report

Autodesk®

| | |
|--------------------|-----------------------------|
| Analyzed File: | Assembly1.iam |
| Version: | 2012 (Build 160160000, 160) |
| Creation Date: | 3/31/2012, 3:26 PM |
| Simulation Author: | D Vivanco-R Moreno |
| Summary: | |

☐ **Project Info (iProperties)**

☐ **Summary**

| | |
|--------|------|
| Author | 1010 |
|--------|------|

☐ **Project**

| | |
|--------------|-----------|
| Part Number | Assembly1 |
| Designer | 1010 |
| Cost | \$0.00 |
| Date Created | 2/11/2012 |

☐ **Status**

| | |
|---------------|----------------|
| Design Status | WorkInProgress |
|---------------|----------------|

☐ **Physical**

| | |
|-------------------|--|
| Mass | 29.642 kg |
| Area | 24924.201 mm ² |
| Volume | 3776.092 mm ³ |
| Center of Gravity | x=-1.556 mm y=-181.225 mm z=121.040 mm |

☐ Simulation:1

General objective and settings:

| | |
|------------------------|--------------------|
| Simulation Type | Static Analysis |
| Last Modification Date | 3/31/2012, 2:55 PM |

☐ Material(s)

| | | |
|----------------|---|-------------------------|
| Name | Acero A-36 | |
| General | Mass Density | 7.850 g/cm ³ |
| | Yield Strength | 248.040 MPa |
| | Ultimate Tensile Strength | 399.620 MPa |
| Stress | Young's Modulus | 205.000 GPa |
| | Poisson's Ratio | 0.300 ul |
| Stress Thermal | Expansion Coefficient | 0.0000000 ul/c |
| | Thermal Conductivity | 44.500 W/(m K) |
| | Specific Heat | 0.475 J/(kg K) |
| Part Name(s) | DIN 30 x 3 00000024.ipt, DIN 30 x 3 00000025.ipt, DIN 30 x 3 00000026.ipt, DIN 30 x 3 00000027.ipt, DIN 30 x 3 00000028.ipt, DIN 30 x 3 00000029.ipt, DIN 30 x 3 00000030.ipt, DIN 30 x 3 00000031.ipt, DIN 30 x 3 00000032.ipt, DIN 30 x 3 00000033.ipt, DIN 30 x 3 00000034.ipt, DIN 30 x 3 00000035.ipt, DIN 30 x 3 00000036.ipt, DIN 30 x 3 00000037.ipt, DIN 30 x 3 00000038.ipt, DIN 30 x 3 00000039.ipt, DIN 30 x 3 00000040.ipt, DIN 30 x 3 00000041.ipt, DIN 20 x 2 00000020.ipt, DIN 20 x 2 00000021.ipt, DIN 20 x 2 00000022.ipt, DIN 20 x 2 00000023.ipt, DIN 20 x 2 00000042.ipt, DIN 20 x 2 00000043.ipt, DIN 20 x 2 00000044.ipt, DIN 20 x 2 00000045.ipt, ANSI L 1 x 1 x 1_8 00000046.ipt, ANSI L 1 x 1 x 1_8 00000047.ipt, ANSI L 1 x 1 x 1_8 00000048.ipt, ANSI L 1 x 1 x 1_8 00000049.ipt, ANSI 1 1_4x3_16 00000050.ipt, ANSI 1 1_4x3_16 00000051.ipt, ANSI L 1 x 1 x 1_8 00000052.ipt, ANSI L 1 x 1 x 1_8 00000053.ipt, ANSI L 1 x 1 x 1_8 00000054.ipt, ANSI L 1 x 1 x 1_8 00000055.ipt, ANSI 3_8x3_8 00000056.ipt, ANSI 3_8x3_8 00000057.ipt, ANSI 3_8x3_8 00000058.ipt, ANSI 3_8x3_8 00000059.ipt, ANSI L 1 x 1 x 1_8 00000060.ipt, ANSI L 1 x 1 x 1_8 00000061.ipt, ANSI L 1 x 1 x 1_8 00000062.ipt, ANSI L 1 x 1 x 1_8 00000063.ipt, ANSI L 1 x 1 x 1_8 00000064.ipt, ANSI L 1 x 1 x 1_8 00000065.ipt, ANSI L 1 x 1 x 1_8 00000066.ipt, ANSI L 1 x 1 x 1_8 00000067.ipt, ANSI 1 1_4x3_16 00000068.ipt, ANSI 1 1_4x3_16 00000069.ipt, ANSI 3_8x3_8 00000070.ipt, ANSI 3_8x3_8 00000071.ipt, ANSI 3_8x3_8 00000072.ipt, ANSI 3_8x3_8 00000074.ipt, DIN 30 x 3 00000075.ipt, ANSI L 1 x 1 x 1_8 00000076.ipt, ANSI L 1 x 1 x 1_8 00000077.ipt, ANSI L 1 x 1 x 1_8 00000078.ipt, ANSI L 1 x 1 x 1_8 00000079.ipt, ANSI 5_16 00000080.ipt, ANSI 5_16 00000081.ipt, ANSI 5_16 00000082.ipt, ANSI 5_16 00000083.ipt, ANSI 5_16 00000084.ipt, ANSI 5_16 00000085.ipt | |

☐ Cross Section(s)

| | | |
|--------------------------------------|---|---------------------------|
| Geometry Properties | Section Area (A) | 254.469 mm ² |
| | Section Width | 30.000 mm |
| | Section Height | 30.000 mm |
| | Section Centroid (x) | 15.000 mm |
| | Section Centroid (y) | 15.000 mm |
| Mechanical Properties | Moment of Inertia (I _x) | 23474.766 mm ⁴ |
| | Moment of Inertia (I _y) | 23474.766 mm ⁴ |
| | Torsional Rigidity Modulus (J) | 46949.531 mm ⁴ |
| | Section Modulus (W _x) | 1564.984 mm ³ |
| | Section Modulus (W _y) | 1564.984 mm ³ |
| | Torsional Section Modulus (W _z) | 3129.969 mm ³ |
| | Reduced Shear Area (A _x) | 128.277 mm ² |
| Reduced Shear Area (A _y) | 128.277 mm ² | |
| Part Name(s) | DIN 30 x 3 00000024.ipt, DIN 30 x 3 00000025.ipt, DIN 30 x 3 00000026.ipt, DIN 30 x 3 00000027.ipt, DIN 30 x 3 00000028.ipt, DIN 30 x 3 00000029.ipt, DIN 30 x 3 00000030.ipt, DIN 30 x 3 00000031.ipt, DIN 30 x 3 00000032.ipt, DIN 30 x 3 00000033.ipt, DIN 30 x 3 00000034.ipt, DIN 30 x 3 00000035.ipt, DIN 30 x 3 00000036.ipt, DIN 30 x 3 00000037.ipt, DIN 30 x 3 00000038.ipt, DIN 30 x 3 00000039.ipt, DIN 30 x 3 00000040.ipt, DIN 30 x 3 00000041.ipt, DIN 30 x 3 00000075.ipt | |

| | | |
|--------------------------------------|--|--------------------------|
| Geometry Properties | Section Area (A) | 113.097 mm ² |
| | Section Width | 20.000 mm |
| | Section Height | 20.000 mm |
| | Section Centroid (x) | 10.000 mm |
| | Section Centroid (y) | 10.000 mm |
| Mechanical Properties | Moment of Inertia (I _x) | 4636.991 mm ⁴ |
| | Moment of Inertia (I _y) | 4636.991 mm ⁴ |
| | Torsional Rigidity Modulus (J) | 9273.982 mm ⁴ |
| | Section Modulus (W _x) | 463.699 mm ³ |
| | Section Modulus (W _y) | 463.699 mm ³ |
| | Torsional Section Modulus (W _z) | 927.398 mm ³ |
| | Reduced Shear Area (A _x) | 57.012 mm ² |
| Reduced Shear Area (A _y) | 57.012 mm ² | |
| Part Name(s) | DIN 20 x 2 00000020.ipt, DIN 20 x 2 00000021.ipt, DIN 20 x 2 00000022.ipt, DIN 20 x 2 00000023.ipt, DIN 20 x 2 00000042.ipt, DIN 20 x 2 00000043.ipt, DIN 20 x 2 00000044.ipt, DIN 20 x 2 00000045.ipt | |

| | | |
|--------------------------------------|--|--------------------------|
| Geometry Properties | Section Area (A) | 152.552 mm ² |
| | Section Width | 25.400 mm |
| | Section Height | 25.400 mm |
| | Section Centroid (x) | 7.417 mm |
| | Section Centroid (y) | 7.417 mm |
| Mechanical Properties | Moment of Inertia (I _x) | 8907.769 mm ⁴ |
| | Moment of Inertia (I _y) | 8907.769 mm ⁴ |
| | Torsional Rigidity Modulus (J) | 543.775 mm ⁴ |
| | Section Modulus (W _x) | 495.341 mm ³ |
| | Section Modulus (W _y) | 495.341 mm ³ |
| | Torsional Section Modulus (W _z) | 113.816 mm ³ |
| | Reduced Shear Area (A _x) | 56.057 mm ² |
| Reduced Shear Area (A _y) | 56.057 mm ² | |
| Part Name(s) | ANSI L 1 x 1 x 1_8 00000046.ipt, ANSI L 1 x 1 x 1_8 00000047.ipt, ANSI L 1 x 1 x 1_8 00000048.ipt, ANSI L 1 x 1 x 1_8 00000049.ipt, ANSI L 1 x 1 x 1_8 00000052.ipt, ANSI L 1 x 1 x 1_8 00000053.ipt, ANSI L 1 x 1 x 1_8 00000054.ipt, ANSI L 1 x 1 x 1_8 00000055.ipt, ANSI L 1 x 1 x 1_8 00000060.ipt, ANSI L 1 x 1 x 1_8 00000061.ipt, ANSI L 1 x 1 x 1_8 00000062.ipt, ANSI L 1 x 1 x 1_8 00000063.ipt, ANSI L 1 x 1 x 1_8 00000064.ipt, ANSI L 1 x 1 x 1_8 00000065.ipt, ANSI L 1 x 1 x 1_8 00000066.ipt, ANSI L 1 x 1 x 1_8 00000067.ipt, ANSI L 1 x 1 x 1_8 00000076.ipt, ANSI L 1 x 1 x 1_8 00000077.ipt, ANSI L 1 x 1 x 1_8 00000078.ipt, ANSI L 1 x 1 x 1_8 00000079.ipt | |

| | | |
|--------------------------------------|--|---------------------------|
| Geometry Properties | Section Area (A) | 151.209 mm ² |
| | Section Width | 4.763 mm |
| | Section Height | 31.750 mm |
| | Section Centroid (x) | 2.381 mm |
| | Section Centroid (y) | 15.875 mm |
| Mechanical Properties | Moment of Inertia (I _x) | 12702.375 mm ⁴ |
| | Moment of Inertia (I _y) | 285.803 mm ⁴ |
| | Torsional Rigidity Modulus (J) | 1035.049 mm ⁴ |
| | Section Modulus (W _x) | 800.150 mm ³ |
| | Section Modulus (W _y) | 120.022 mm ³ |
| | Torsional Section Modulus (W _z) | 217.343 mm ³ |
| | Reduced Shear Area (A _x) | 100.806 mm ² |
| Reduced Shear Area (A _y) | 100.806 mm ² | |
| Part Name(s) | ANSI 1 1_4x3_16 00000050.ipt, ANSI 1 1_4x3_16 00000051.ipt, ANSI 1 1_4x3_16 00000068.ipt, ANSI 1 1_4x3_16 00000069.ipt | |

| | | |
|--------------------------------------|--|--------------------------|
| Geometry Properties | Section Area (A) | 90.726 mm ² |
| | Section Width | 9.525 mm |
| | Section Height | 9.525 mm |
| | Section Centroid (x) | 4.763 mm |
| | Section Centroid (y) | 4.763 mm |
| Mechanical Properties | Moment of Inertia (I _x) | 685.928 mm ⁴ |
| | Moment of Inertia (I _y) | 685.928 mm ⁴ |
| | Torsional Rigidity Modulus (J) | 1156.998 mm ⁴ |
| | Section Modulus (W _x) | 144.027 mm ³ |
| | Section Modulus (W _y) | 144.027 mm ³ |
| | Torsional Section Modulus (W _z) | 179.952 mm ³ |
| | Reduced Shear Area (A _x) | 60.484 mm ² |
| Reduced Shear Area (A _y) | 60.484 mm ² | |
| Part Name(s) | ANSI 3_8x3_8 00000056.ipt, ANSI 3_8x3_8 00000057.ipt, ANSI 3_8x3_8 00000058.ipt, ANSI 3_8x3_8 00000059.ipt, ANSI 3_8x3_8 00000070.ipt, ANSI 3_8x3_8 00000071.ipt, ANSI 3_8x3_8 00000072.ipt, ANSI 3_8x3_8 00000074.ipt | |

| | | |
|--------------------------------------|--|-------------------------|
| Geometry Properties | Section Area (A) | 49.483 mm ² |
| | Section Width | 7.938 mm |
| | Section Height | 7.938 mm |
| | Section Centroid (x) | 3.969 mm |
| | Section Centroid (y) | 3.969 mm |
| Mechanical Properties | Moment of Inertia (I _x) | 194.852 mm ⁴ |
| | Moment of Inertia (I _y) | 194.852 mm ⁴ |
| | Torsional Rigidity Modulus (J) | 389.702 mm ⁴ |
| | Section Modulus (W _x) | 49.097 mm ³ |
| | Section Modulus (W _y) | 49.097 mm ³ |
| | Torsional Section Modulus (W _z) | 98.193 mm ³ |
| | Reduced Shear Area (A _x) | 37.112 mm ² |
| Reduced Shear Area (A _y) | 37.112 mm ² | |
| Part Name(s) | ANSI 5_16 00000080.ipt, ANSI 5_16 00000081.ipt, ANSI 5_16 00000082.ipt, ANSI 5_16 00000083.ipt, ANSI 5_16 00000084.ipt, ANSI 5_16 00000085.ipt | |

☐ **Beam Model**

| | |
|-------------------------------|-----|
| Nodes | 178 |
| Beams | 65 |
| - Angles | 20 |
| - Round Bars | 6 |
| - Round Tubes | 27 |
| - Square/Rectangular/Hex Bars | 12 |

☐ **Rigid Links**

| Name | Displacement | | | Rotation | | | Parent Node | Child Node(s) |
|---------------|--------------|----------|----------|----------|----------|----------|-------------|-------------------|
| | X - axis | Y - axis | Z - axis | X - axis | Y - axis | Z - axis | | |
| Rigid Link:1 | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | Node:137 | Node:131 |
| Rigid Link:2 | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | Node:143 | Node:132 |
| Rigid Link:3 | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | Node:144 | Node:133, Node:43 |
| Rigid Link:4 | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | Node:157 | Node:134 |
| Rigid Link:5 | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | Node:163 | Node:135 |
| Rigid Link:6 | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | Node:164 | Node:136, Node:51 |
| Rigid Link:7 | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | Node:54 | Node:55, Node:151 |
| Rigid Link:8 | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | Node:53 | Node:58, Node:149 |
| Rigid Link:9 | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | Node:56 | Node:59 |
| Rigid Link:10 | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | Node:138 | Node:62 |
| Rigid Link:11 | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | Node:139 | Node:64 |
| Rigid Link:12 | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | Node:140 | Node:153 |
| Rigid Link:13 | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | Node:57 | Node:60 |
| Rigid Link:14 | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | Node:142 | Node:61 |
| Rigid Link:15 | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | Node:141 | Node:63 |
| Rigid Link:16 | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | Node:66 | Node:67 |
| Rigid Link:17 | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | Node:65 | Node:72, Node:154 |
| Rigid Link:18 | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | Node:145 | Node:148 |
| Rigid Link:19 | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | Node:68 | Node:69 |
| Rigid Link:20 | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | Node:146 | Node:150 |
| Rigid Link:21 | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | Node:70 | Node:71 |
| Rigid Link:22 | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | Node:147 | Node:152 |
| Rigid Link:23 | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | Node:82 | Node:83, Node:168 |
| Rigid Link:24 | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | Node:81 | Node:88, Node:170 |
| Rigid Link:25 | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | Node:156 | Node:98 |
| Rigid Link:26 | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | Node:155 | Node:100 |

| | | | | | | | | |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|--------------------|
| Rigid Link:27 | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | Node:84 | Node:85, Node:167 |
| Rigid Link:28 | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | Node:86 | Node:87 |
| Rigid Link:29 | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | Node:158 | Node:97 |
| Rigid Link:30 | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | Node:159 | Node:99 |
| Rigid Link:31 | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | Node:89 | Node:92 |
| Rigid Link:32 | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | Node:90 | Node:95 |
| Rigid Link:33 | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | Node:160 | Node:105 |
| Rigid Link:34 | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | Node:91 | Node:94, Node:165 |
| Rigid Link:35 | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | Node:161 | Node:166 |
| Rigid Link:36 | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | Node:93 | Node:96 |
| Rigid Link:37 | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | Node:162 | Node:169 |
| Rigid Link:38 | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | Node:172 | Node:120, Node:123 |
| Rigid Link:39 | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | Node:171 | Node:126, Node:129 |
| Rigid Link:40 | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | Node:112 | Node:113 |
| Rigid Link:41 | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | Node:111 | Node:118 |
| Rigid Link:42 | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | Node:174 | Node:177 |
| Rigid Link:43 | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | Node:173 | Node:178 |
| Rigid Link:44 | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | Node:114 | Node:115 |
| Rigid Link:45 | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | Node:116 | Node:117 |
| Rigid Link:46 | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | Node:175 | Node:119 |
| Rigid Link:47 | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | fixed | Node:176 | Node:125 |

☐ **Operating conditions**

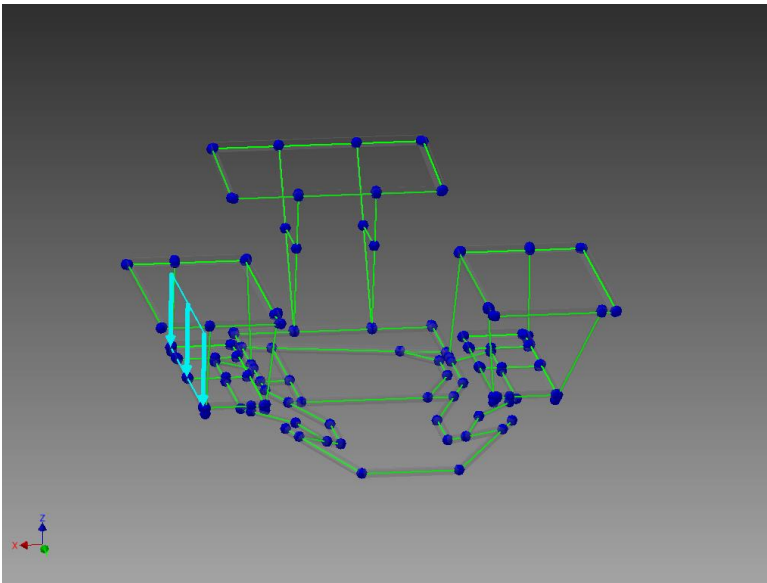
☐ **Gravity**

| | |
|-----------|-----------------|
| Load Type | Gravity |
| Magnitude | 9810.000 mm/s^2 |
| Direction | Z- |

☐ BateriasDerecha1

| | |
|------------------------|-----------------|
| Load Type | Continuous Load |
| Magnitude | 0.246 N/mm |
| Beam Coordinate System | No |
| Angle of Plane | 0.00 deg |
| Angle in Plane | 180.00 deg |
| Qx | 0.000 N/mm |
| Qy | 0.000 N/mm |
| Qz | -0.246 N/mm |
| Offset | 0.000 mm |
| Length | 610.000 mm |
| End Magnitude | 0.246 N/mm |

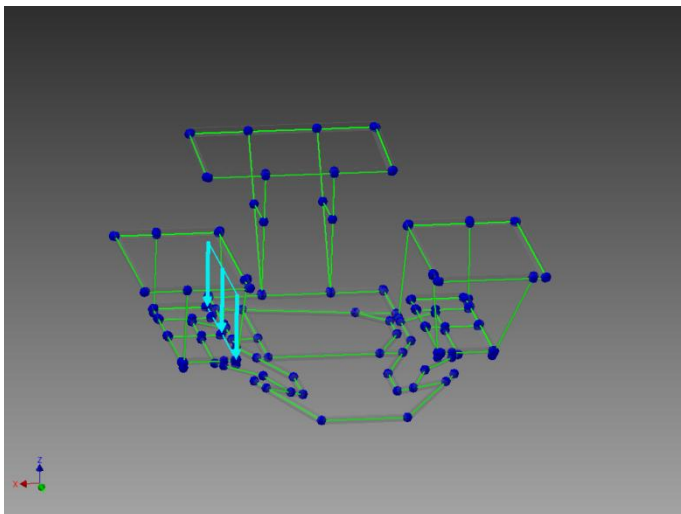
☐ Selected Reference(s)



☐ **BateriasDerecha2**

| | |
|------------------------|-----------------|
| Load Type | Continuous Load |
| Magnitude | 0.246 N/mm |
| Beam Coordinate System | No |
| Angle of Plane | 0.00 deg |
| Angle in Plane | 180.00 deg |
| Qx | 0.000 N/mm |
| Qy | 0.000 N/mm |
| Qz | -0.246 N/mm |
| Offset | 0.000 mm |
| Length | 610.000 mm |
| End Magnitude | 0.246 N/mm |

☐ **Selected Reference(s)**

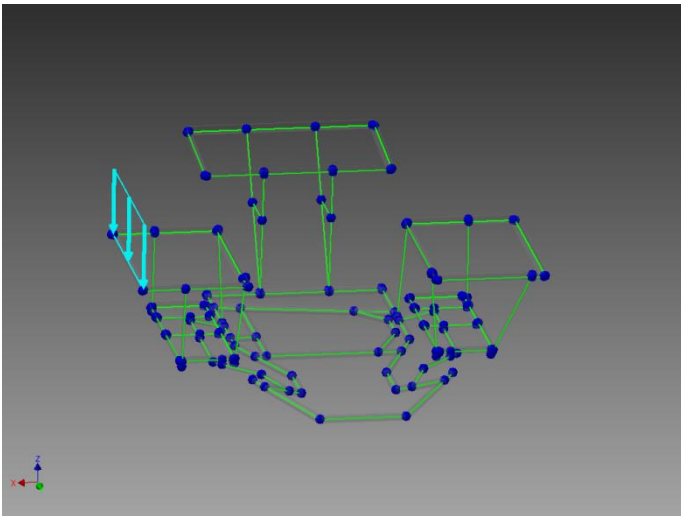


☐ **PanelSolarDerecha1**

| | |
|------------------------|-----------------|
| Load Type | Continuous Load |
| Magnitude | 0.023 N/mm |
| Beam Coordinate System | No |
| Angle of Plane | 0.00 deg |
| Angle in Plane | 180.00 deg |

| | |
|---------------|-------------|
| Qx | 0.000 N/mm |
| Qy | 0.000 N/mm |
| Qz | -0.023 N/mm |
| Offset | 0.000 mm |
| Length | 640.000 mm |
| End Magnitude | 0.023 N/mm |

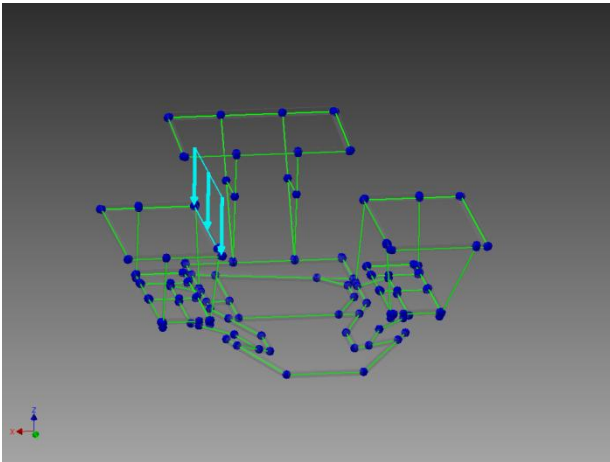
☐ **Selected Reference(s)**



☐ **PanelSolarDerecha2**

| | |
|------------------------|-----------------|
| Load Type | Continuous Load |
| Magnitude | 0.023 N/mm |
| Beam Coordinate System | No |
| Angle of Plane | 0.00 deg |
| Angle in Plane | 180.00 deg |
| Qx | 0.000 N/mm |
| Qy | 0.000 N/mm |
| Qz | -0.023 N/mm |
| Offset | 0.000 mm |
| Length | 640.000 mm |
| End Magnitude | 0.023 N/mm |

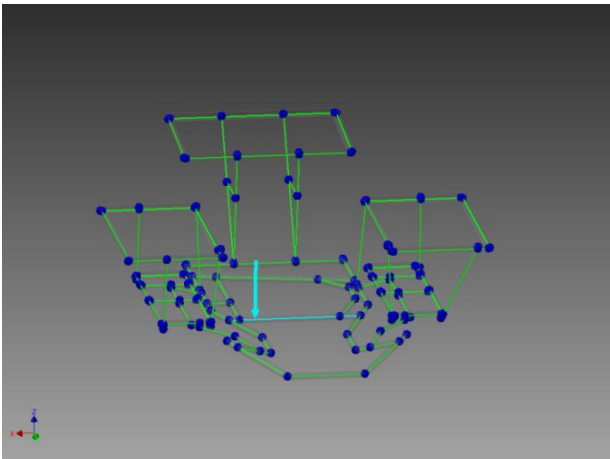
☐ **Selected Reference(s)**



☐ **Conductor1**

| | |
|------------------------|------------|
| Load Type | Force |
| Magnitude | 200.000 N |
| Beam Coordinate System | No |
| Angle of Plane | 0.00 deg |
| Angle in Plane | 180.00 deg |
| Fx | 0.000 N |
| Fy | 0.000 N |
| Fz | -200.000 N |
| Offset | 409.487 mm |

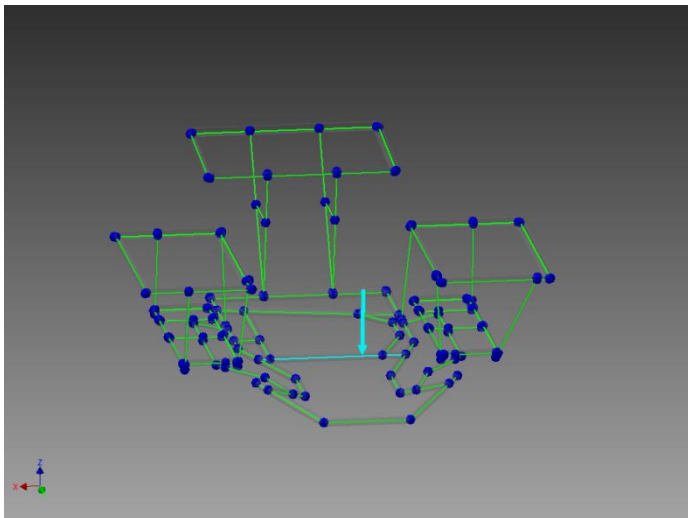
☐ **Selected Reference(s)**



☐ Conductor2

| | |
|------------------------|------------|
| Load Type | Force |
| Magnitude | 200.000 N |
| Beam Coordinate System | No |
| Angle of Plane | 0.00 deg |
| Angle in Plane | 180.00 deg |
| Fx | 0.000 N |
| Fy | 0.000 N |
| Fz | -200.000 N |
| Offset | 150.000 mm |

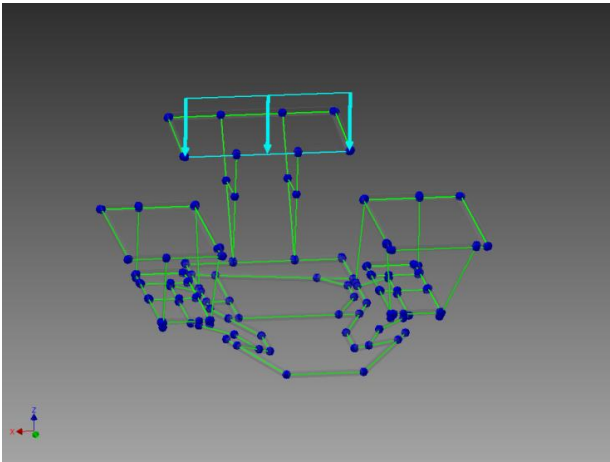
☐ Selected Reference(s)



☐ PanelSolarPost1

| | |
|------------------------|-----------------|
| Load Type | Continuous Load |
| Magnitude | 0.023 N/mm |
| Beam Coordinate System | No |
| Angle of Plane | 0.00 deg |
| Angle in Plane | 180.00 deg |
| Qx | 0.000 N/mm |
| Qy | 0.000 N/mm |
| Qz | -0.023 N/mm |
| Offset | 0.000 mm |
| Length | 640.000 mm |
| End Magnitude | 0.023 N/mm |

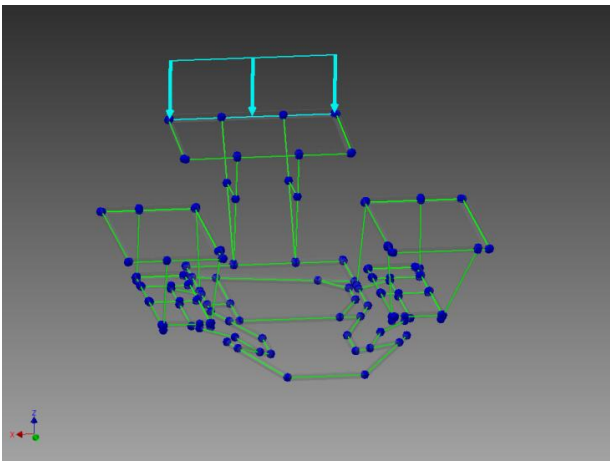
☐ **Selected Reference(s)**



☐ **PanelSolarPost2**

| | |
|------------------------|-----------------|
| Load Type | Continuous Load |
| Magnitude | 0.023 N/mm |
| Beam Coordinate System | No |
| Angle of Plane | 0.00 deg |
| Angle in Plane | 180.00 deg |
| Qx | 0.000 N/mm |
| Qy | 0.000 N/mm |
| Qz | -0.023 N/mm |
| Offset | 0.000 mm |
| Length | 640.000 mm |
| End Magnitude | 0.023 N/mm |

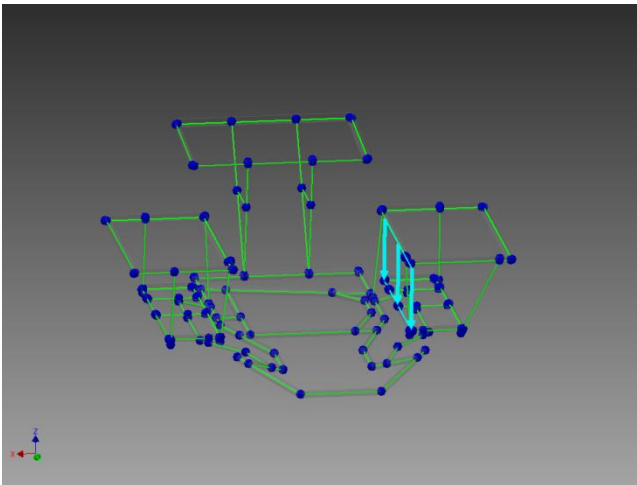
☐ **Selected Reference(s)**



☐ **BateriaIzquierda1**

| | |
|------------------------|-----------------|
| Load Type | Continuous Load |
| Magnitude | 0.492 N/mm |
| Beam Coordinate System | No |
| Angle of Plane | 0.00 deg |
| Angle in Plane | 180.00 deg |
| Qx | 0.000 N/mm |
| Qy | 0.000 N/mm |
| Qz | -0.492 N/mm |
| Offset | 0.000 mm |
| Length | 610.000 mm |
| End Magnitude | 0.492 N/mm |

☐ **Selected Reference(s)**

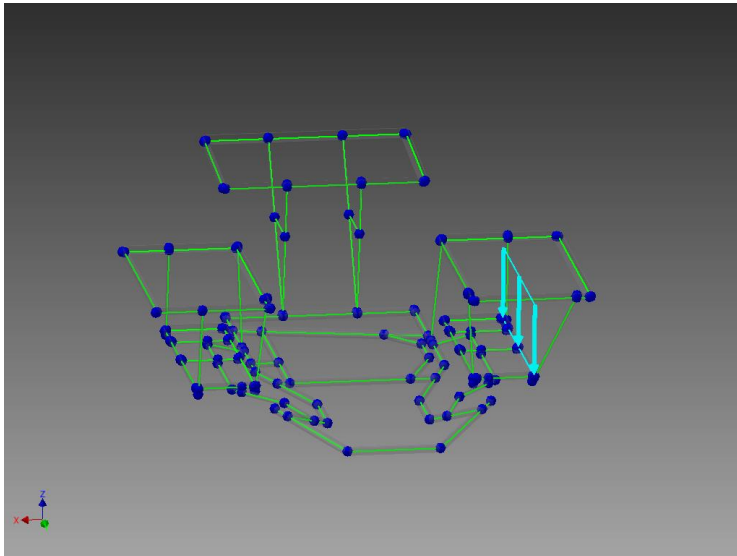


☐ **BateriaIzquierda2**

| | |
|------------------------|-----------------|
| Load Type | Continuous Load |
| Magnitude | 0.492 N/mm |
| Beam Coordinate System | No |
| Angle of Plane | 0.00 deg |
| Angle in Plane | 180.00 deg |
| Qx | 0.000 N/mm |
| Qy | 0.000 N/mm |
| Qz | -0.492 N/mm |
| Offset | 0.000 mm |

| | |
|---------------|------------|
| Length | 610.000 mm |
| End Magnitude | 0.492 N/mm |

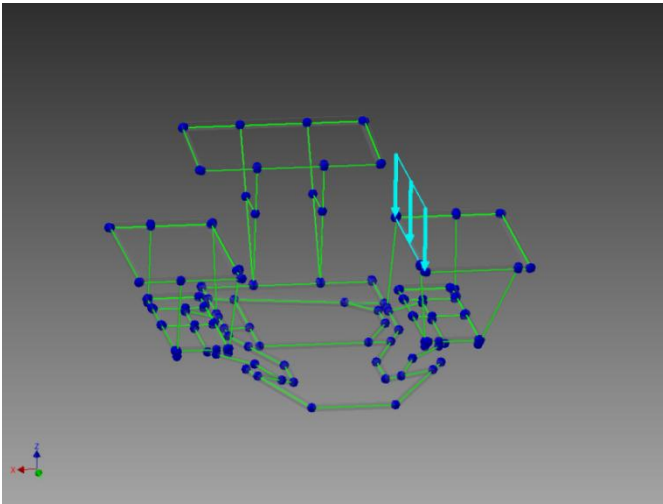
☐ **Selected Reference(s)**



☐ **PanelSolarIzq1**

| | |
|------------------------|-----------------|
| Load Type | Continuous Load |
| Magnitude | 0.023 N/mm |
| Beam Coordinate System | No |
| Angle of Plane | 0.00 deg |
| Angle in Plane | 180.00 deg |
| Qx | 0.000 N/mm |
| Qy | 0.000 N/mm |
| Qz | -0.023 N/mm |
| Offset | 0.000 mm |
| Length | 640.000 mm |
| End Magnitude | 0.023 N/mm |

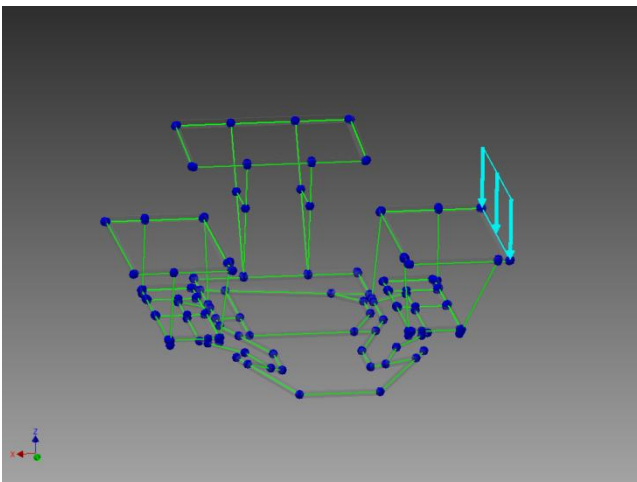
☐ **Selected Reference(s)**



☐ **PanelSolarIzq2**

| | |
|------------------------|-----------------|
| Load Type | Continuous Load |
| Magnitude | 0.023 N/mm |
| Beam Coordinate System | No |
| Angle of Plane | 0.00 deg |
| Angle in Plane | 180.00 deg |
| Qx | 0.000 N/mm |
| Qy | 0.000 N/mm |
| Qz | -0.023 N/mm |
| Offset | 0.000 mm |
| Length | 640.000 mm |
| End Magnitude | 0.023 N/mm |

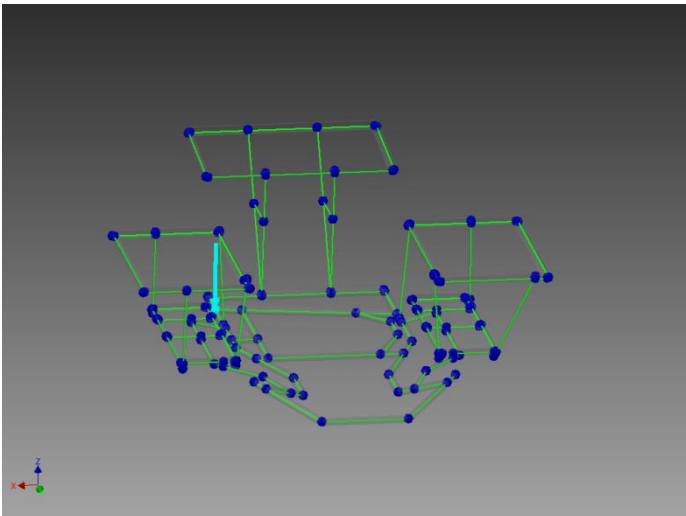
☐ **Selected Reference(s)**



☐ **Motor**

| | |
|------------------------|------------|
| Load Type | Force |
| Magnitude | 300.000 N |
| Beam Coordinate System | No |
| Angle of Plane | 0.00 deg |
| Angle in Plane | 180.00 deg |
| Fx | 0.000 N |
| Fy | 0.000 N |
| Fz | -300.000 N |

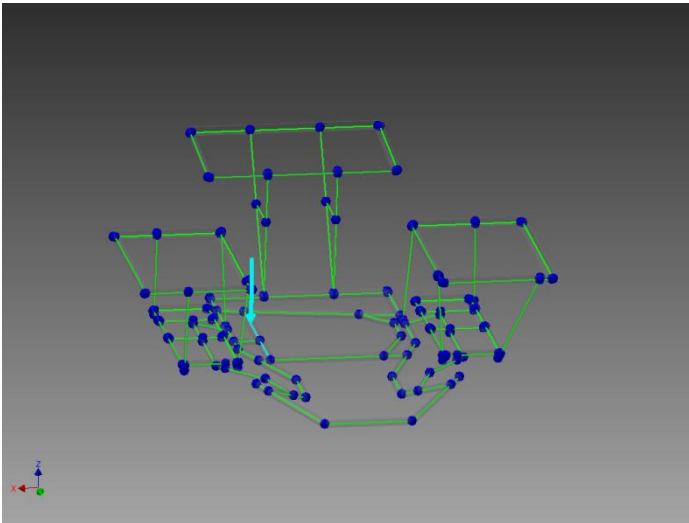
☐ **Selected Reference(s)**



☐ **Conductor3**

| | |
|------------------------|------------|
| Load Type | Force |
| Magnitude | 200.000 N |
| Beam Coordinate System | No |
| Angle of Plane | 0.00 deg |
| Angle in Plane | 180.00 deg |
| Fx | 0.000 N |
| Fy | 0.000 N |
| Fz | -200.000 N |
| Offset | 402.226 mm |

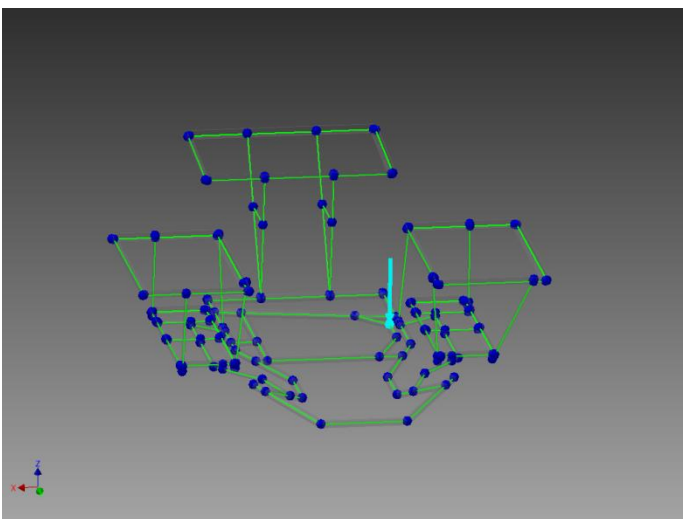
☐ **Selected Reference(s)**



☐ **Conductor4**

| | |
|------------------------|------------|
| Load Type | Force |
| Magnitude | 200.000 N |
| Beam Coordinate System | No |
| Angle of Plane | 0.00 deg |
| Angle in Plane | 180.00 deg |
| Fx | 0.000 N |
| Fy | 0.000 N |
| Fz | -200.000 N |

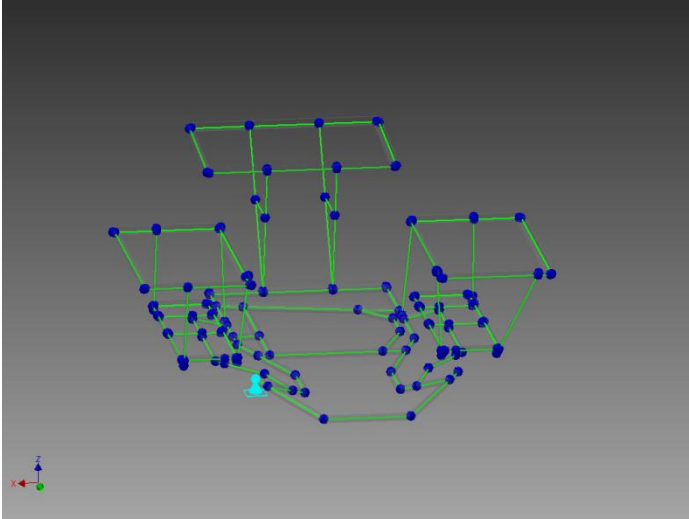
☐ **Selected Reference(s)**



☐ **Pinned Constraint:1**

Constraint Type Pinned

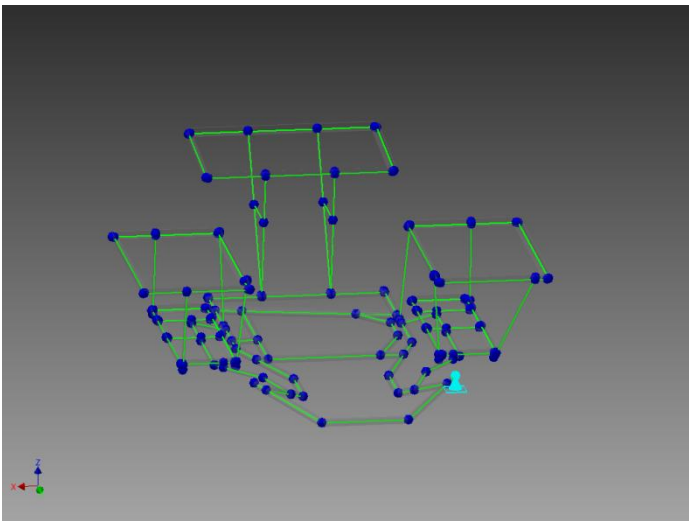
☐ **Selected Reference(s)**



☐ **Pinned Constraint:2**

Constraint Type Pinned

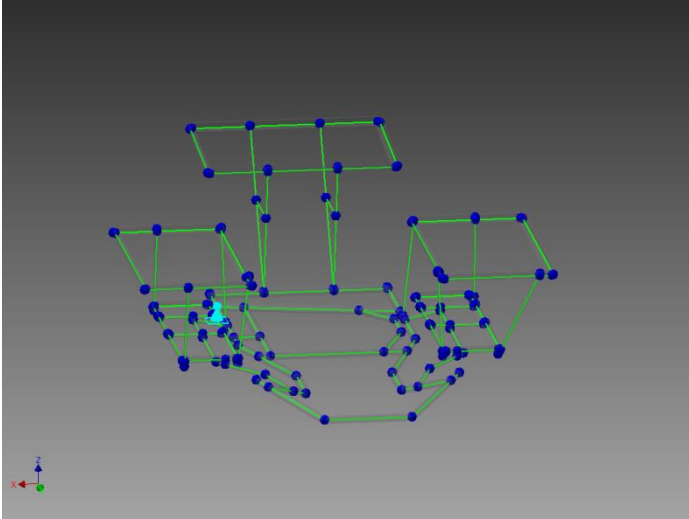
☐ **Selected Reference(s)**



☐ **Pinned Constraint:3**

| | |
|-----------------|--------|
| Constraint Type | Pinned |
|-----------------|--------|

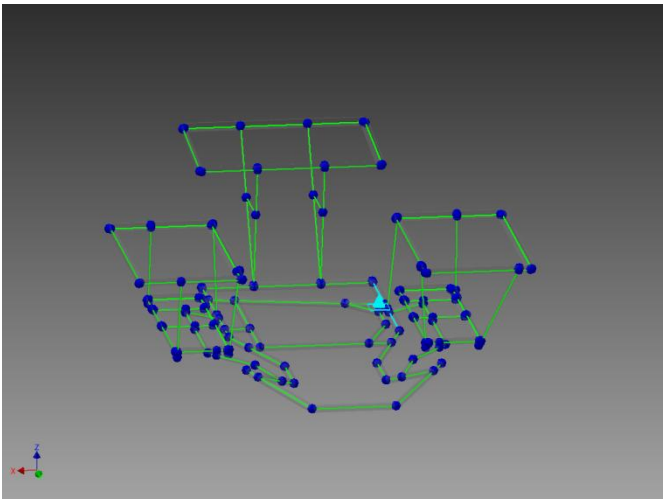
☐ **Selected Reference(s)**



☐ **Pinned Constraint:4**

| | |
|-----------------|------------|
| Constraint Type | Pinned |
| Offset | 150.000 mm |

☐ **Selected Reference(s)**



☐ **Reaction Force and Moment on Constraints**

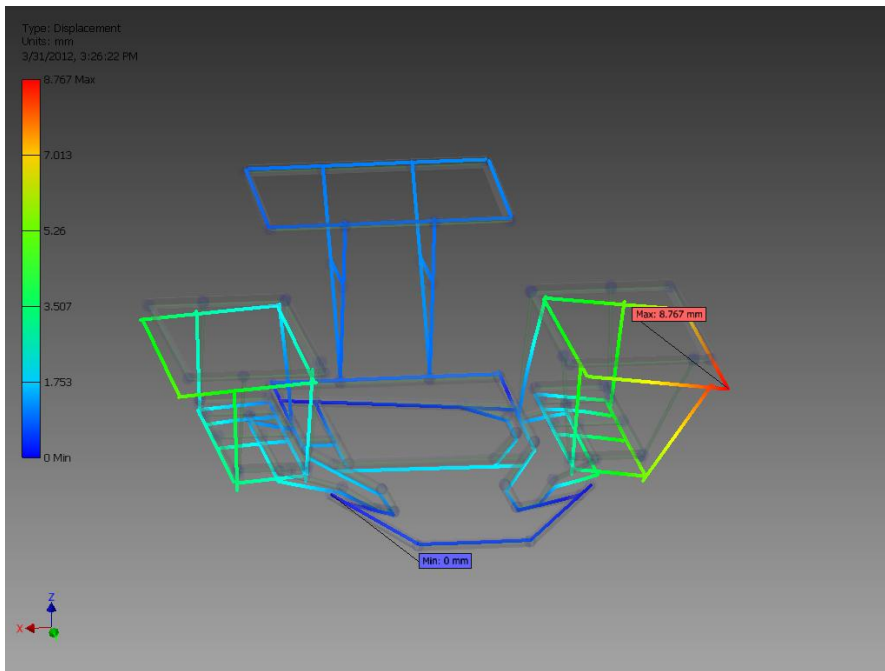
| Constraint Name | Reaction Force | | Reaction Moment | |
|---------------------|----------------|-----------------------|-----------------|-----------------------|
| | Magnitude | Components (Fx,Fy,Fz) | Magnitude | Components (Mx,My,Mz) |
| Pinned Constraint:1 | 654.892 N | -99.673 N | 0.000 N mm | -0.000 N mm |
| | | 535.086 N | | -0.000 N mm |
| | | 364.187 N | | -0.000 N mm |
| Pinned Constraint:2 | 716.741 N | 106.584 N | 0.000 N mm | 0.000 N mm |
| | | 526.159 N | | -0.000 N mm |
| | | 474.883 N | | 0.000 N mm |
| Pinned Constraint:3 | 923.310 N | -15.720 N | 0.000 N mm | 0.000 N mm |
| | | -523.465 N | | -0.000 N mm |
| | | 760.420 N | | -0.000 N mm |
| Pinned Constraint:4 | 948.534 N | 8.810 N | 0.000 N mm | 0.000 N mm |
| | | -537.780 N | | 0.000 N mm |
| | | 781.302 N | | 0.000 N mm |

☐ **Static Result Summary**

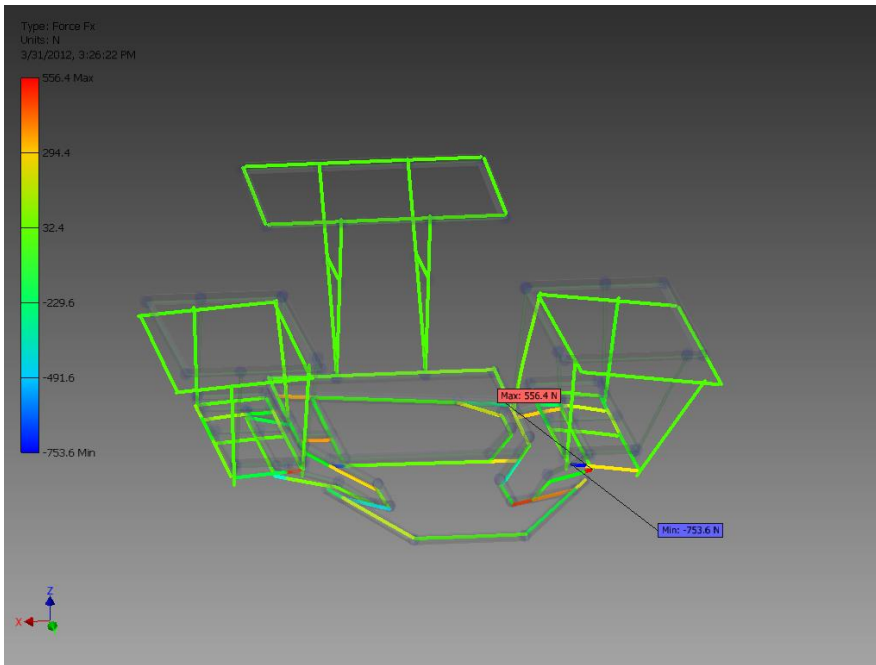
| Name | | Minimum | Maximum |
|--------------------|----------|-----------------|----------------|
| Displacement | | 0.000 mm | 8.767 mm |
| Forces | Fx | -753.635 N | 556.406 N |
| | Fy | -386.189 N | 703.921 N |
| | Fz | -866.230 N | 730.266 N |
| Moments | Mx | -45655.074 N mm | 97343.995 N mm |
| | My | -48068.222 N mm | 51707.189 N mm |
| | Mz | -45876.504 N mm | 62138.353 N mm |
| Normal Stresses | Smax | -1.403 MPa | 207.054 MPa |
| | Smin | -209.276 MPa | 2.088 MPa |
| | Smax(Mx) | 0.000 MPa | 127.301 MPa |
| | Smin(Mx) | -127.301 MPa | -0.000 MPa |
| | Smax(My) | 0.000 MPa | 118.388 MPa |
| | Smin(My) | -118.388 MPa | -0.000 MPa |
| | Saxial | -4.787 MPa | 7.659 MPa |
| Shear Stresses | Tx | -9.759 MPa | 13.444 MPa |
| | Ty | -6.416 MPa | 3.831 MPa |
| Torsional Stresses | T | -28.340 MPa | 34.294 MPa |

Figures

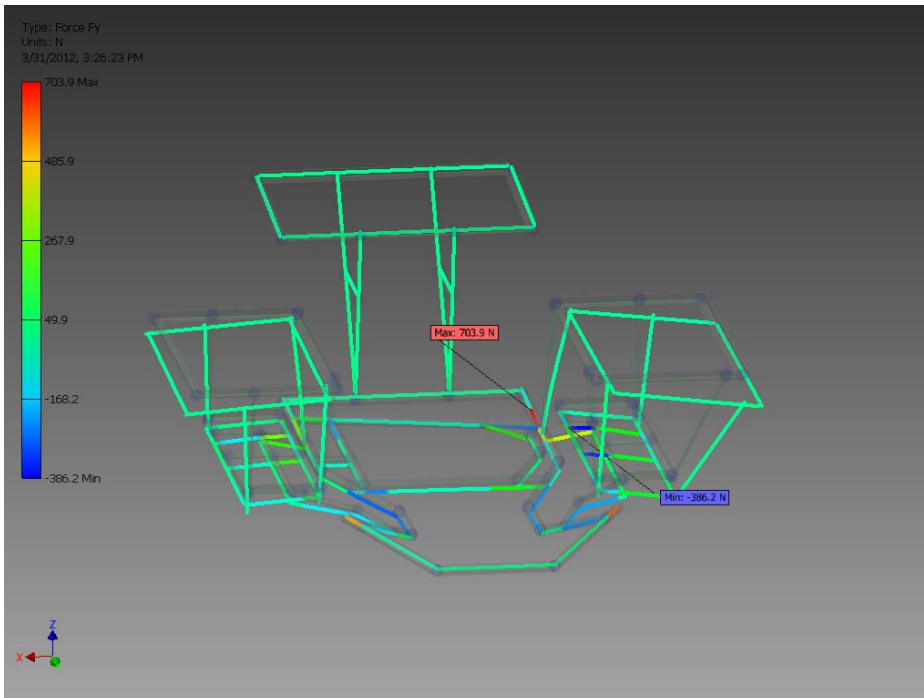
Displacement



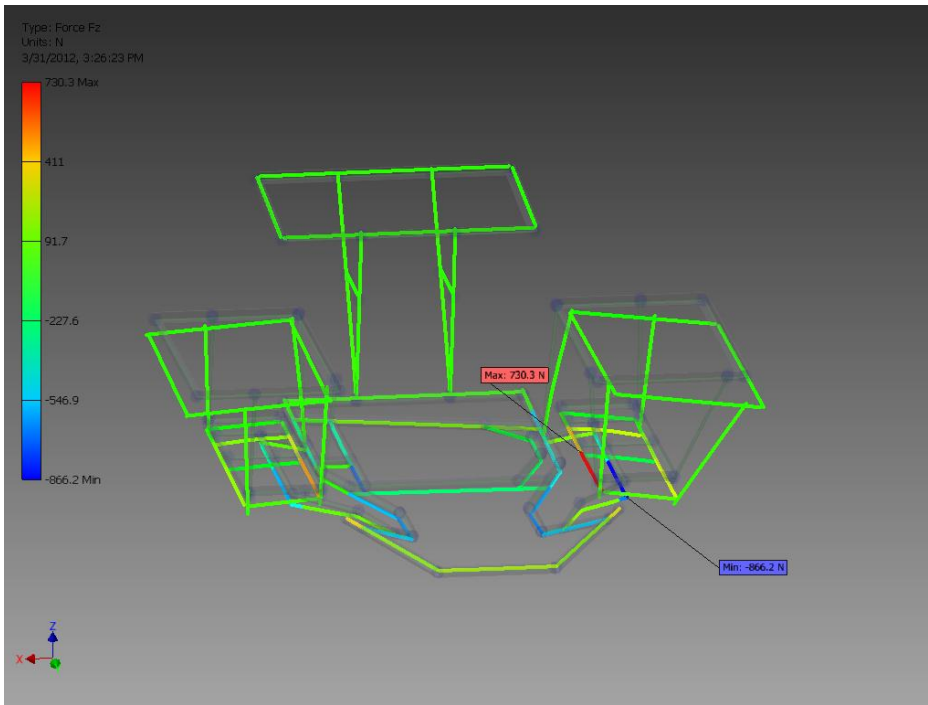
☐ Fx



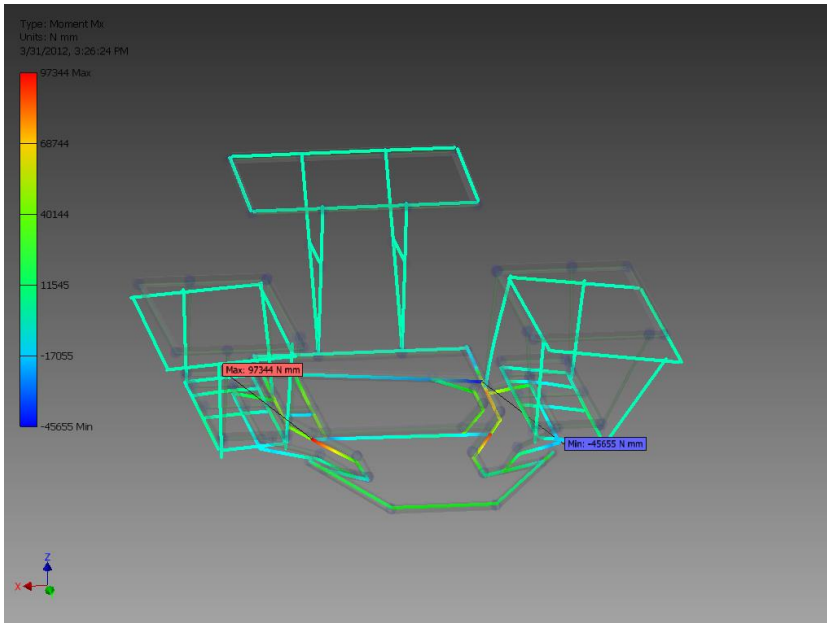
☐ Fy



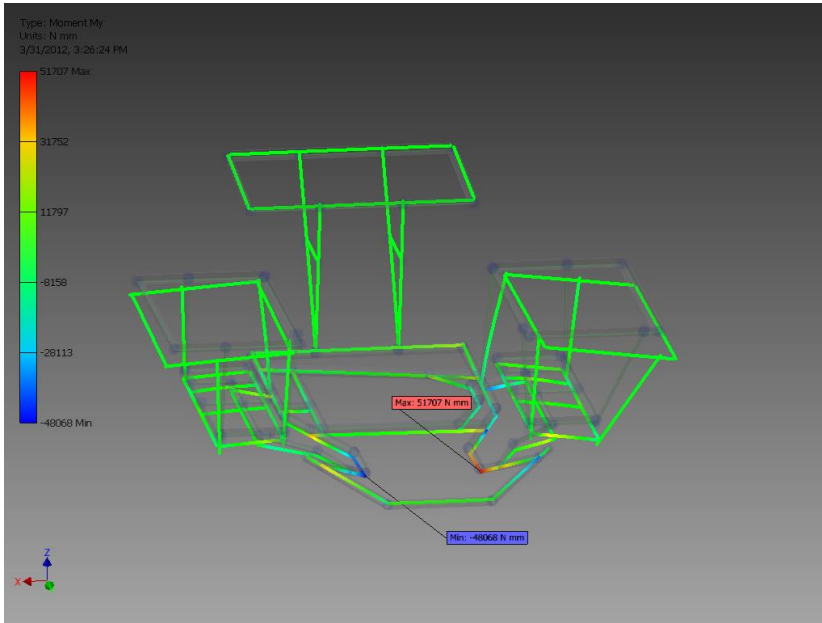
Fz



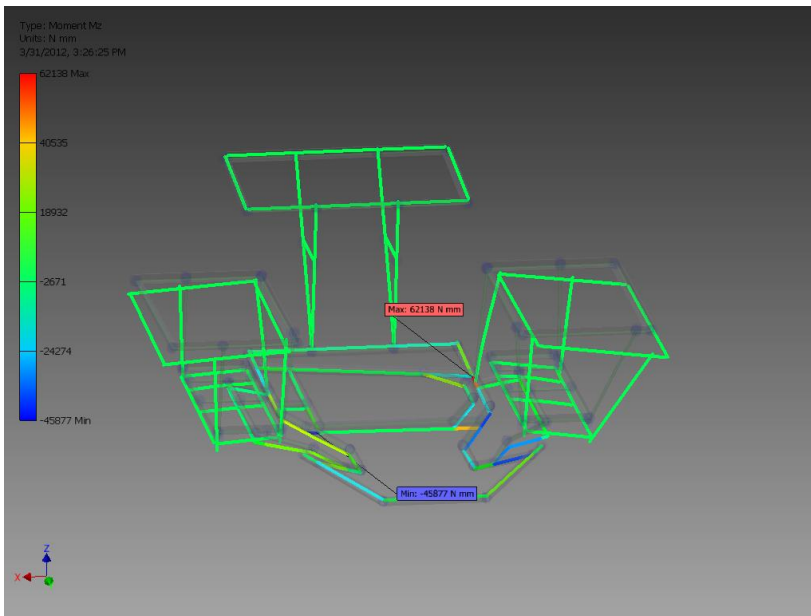
Mx



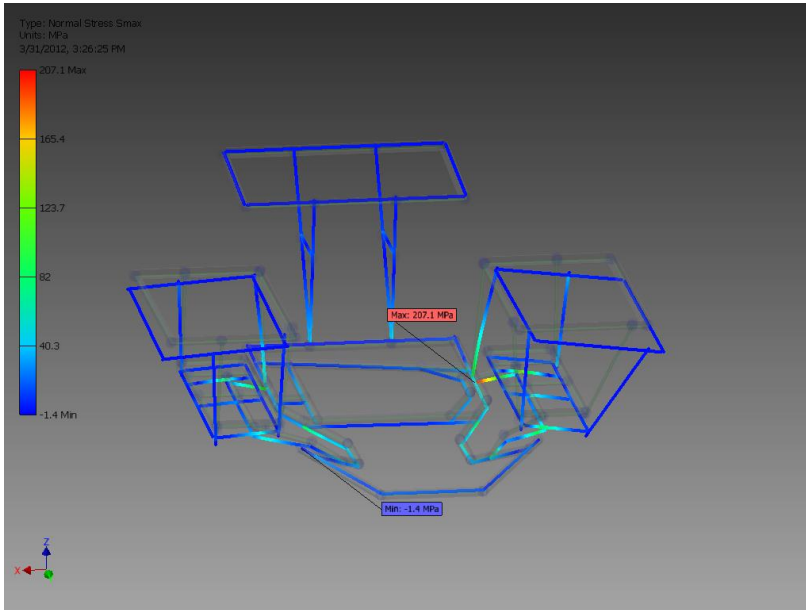
My



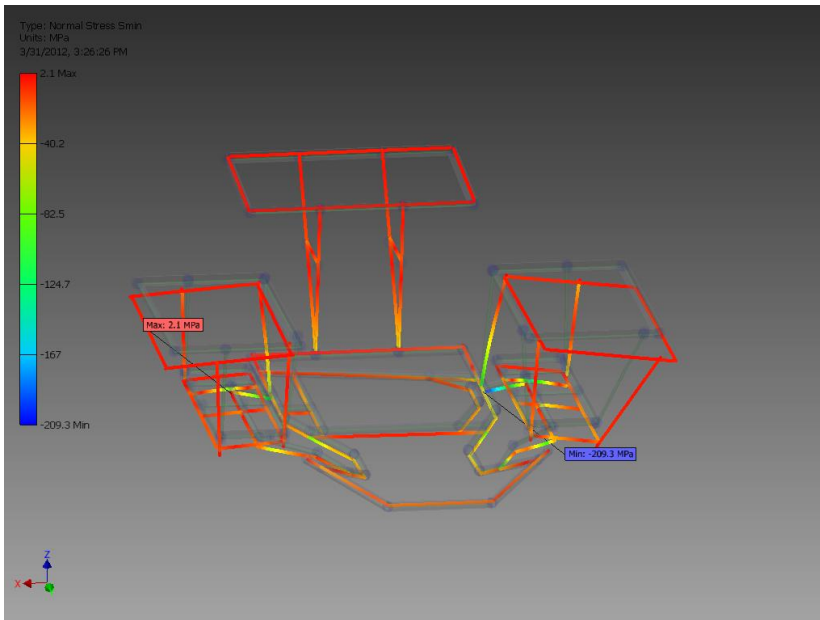
Mz



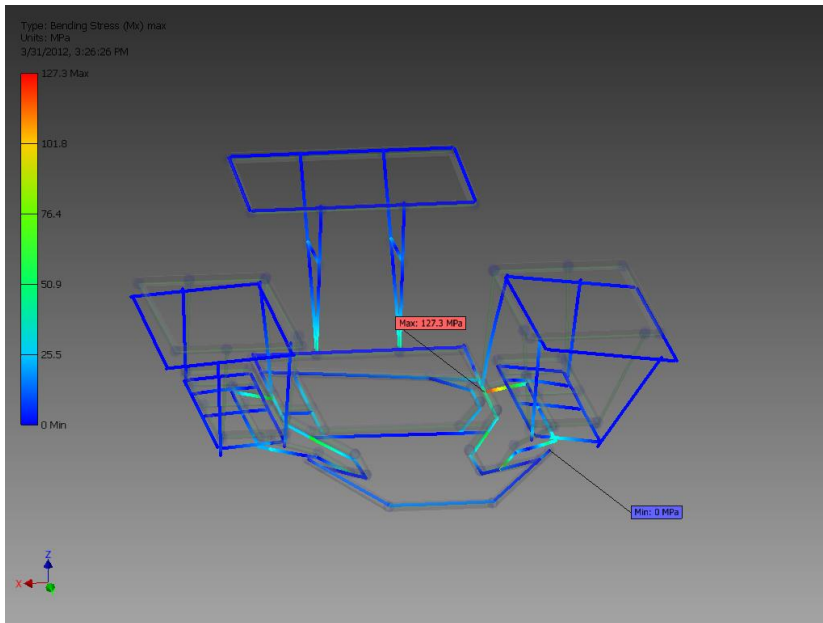
☐ Smax



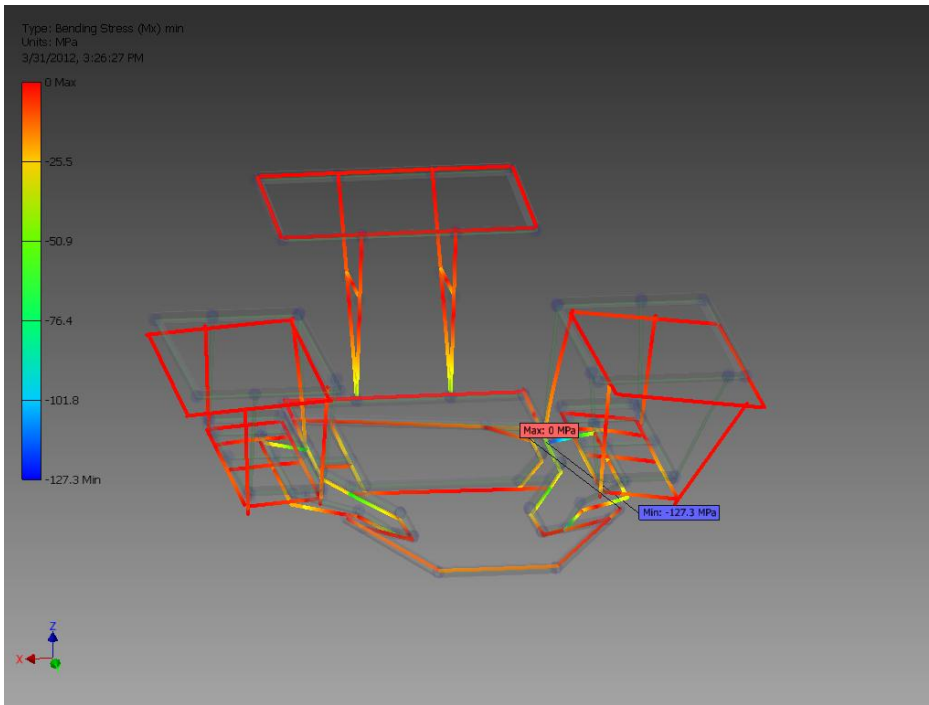
☐ Smin



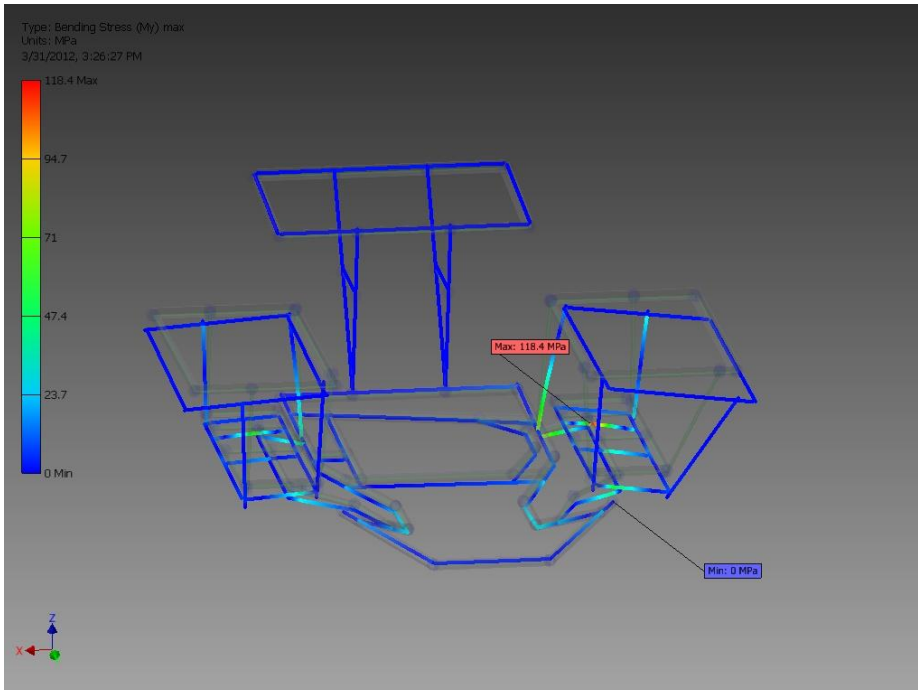
☐ Smax(Mx)



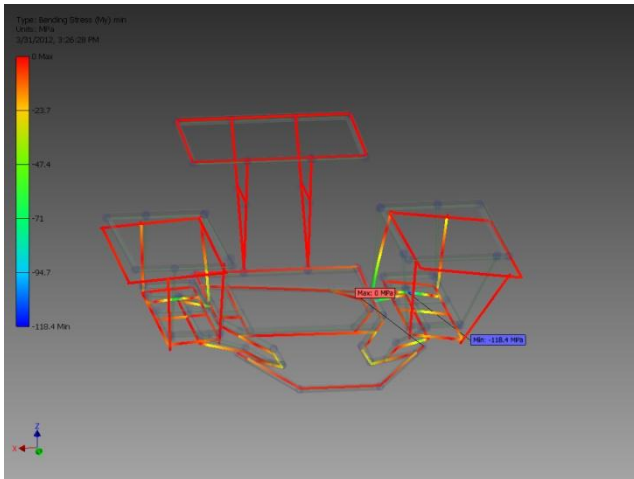
☐ Smin(Mx)



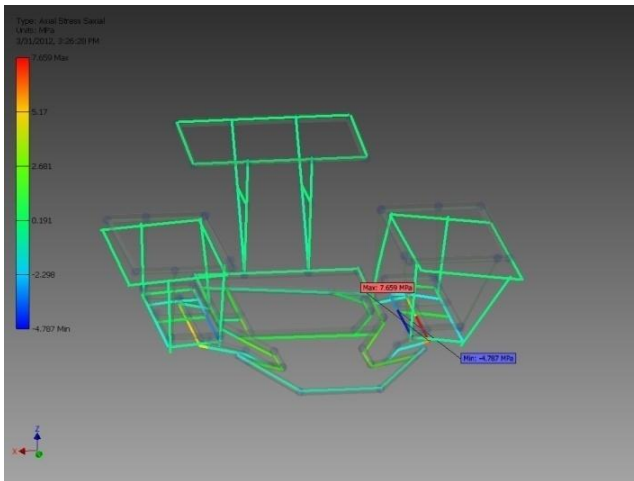
☐ Smax(My)



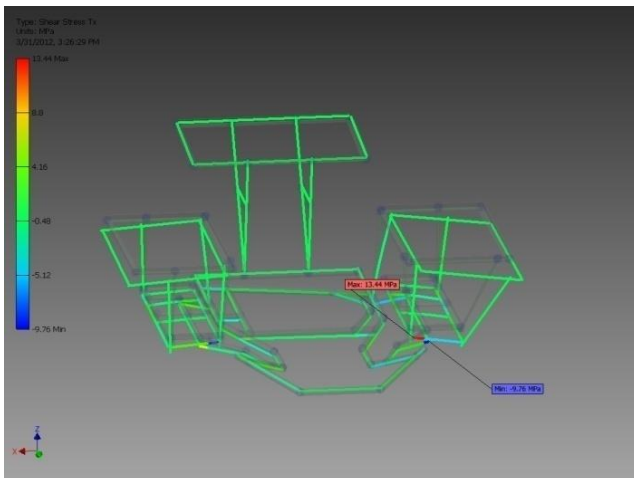
☐ Smin(My)



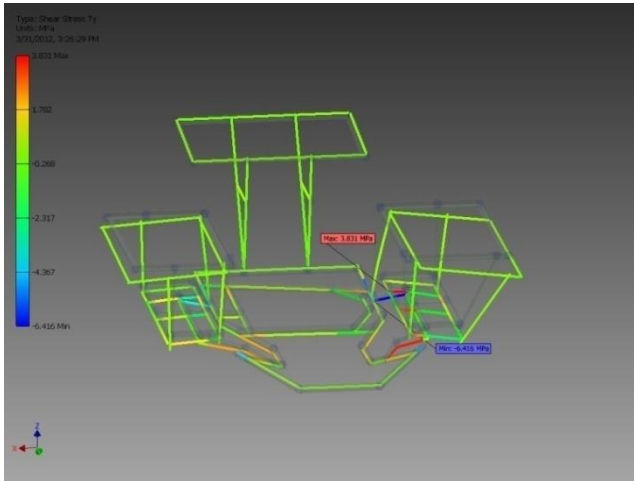
☐ Saxial



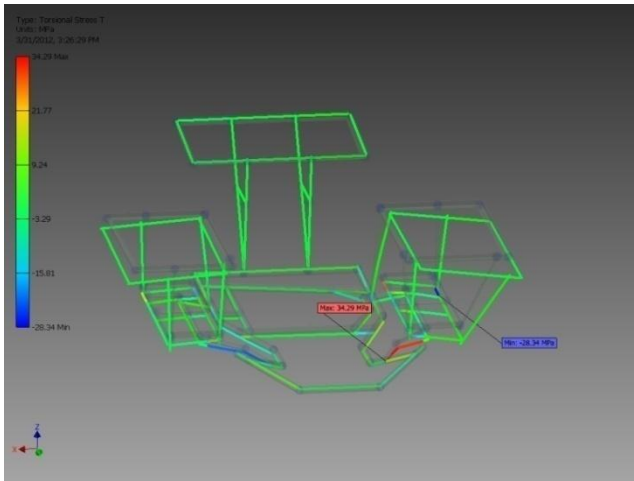
☐ Tx



☐ **Ty**



☐ **T**



C:\Users\1010\Documents\Inventor\TesisDarko\Assembly1.iam

Anexo 2 Fotografía prueba sin sistemas de carga.



Anexo 3 Fotografía prueba con sistema de carga (PANEL SOLAR).







Anexo 4 Recorte de Carburando (vehículos eléctricos con su autonomía).



Los autos eléctricos se convierten rápidamente en una realidad. La competencia se centra en precios, autonomía y prestaciones.

Marco Arauz Ortega
Enviado a Fráncfort

La necesidad creciente de contar con fuentes alternativas y poco contaminantes de energía para la propulsión de autos impulsa a los principales fabricantes a avanzar rápidamente en el desarrollo de modelos híbridos (motores de combustible y electricidad) y puramente eléctricos.

Respecto de estos últimos, el Salón de Fráncfort 2011, que se desarrolló desde el 15 hasta el 25 de septiembre, sirvió para constatar que estos se vuelven rápidamente

2013 VOLKSWAGEN NILS
Este mono-plaza ultraligero de VW ofrece una autonomía de hasta 65 km.



realidad, sobre todo en el formato de "city-car", pensados en las necesidades de quienes tienen que desplazarse cortas distancias.

Se trata en general de autos contruidos con materiales livianos y de poca autonomía de recorrido en función de sus baterías recargables en tomacorrientes, como el mono-plaza francés Renault Twizy 2012, que estará en el mercado a fines de este año. A plena carga, sus baterías le permiten recorrer hasta 100 kilómetros.

En la misma gama está el VW Nils, que será producido por la Volkswagen como modelo de serie para el 2013. La autonomía de este mono-plaza de líneas redondeadas alcanza los 65 kilómetros.

Audi, de su lado, ha apostado a un "city-car" para dos personas

con su Urban concept, que estará en el mercado en el 2013 en dos versiones. Cuatro motores eléctricos lo moverán y estará construido con materiales ultraligeros. La autonomía bordea los 60 kilómetros.

Daimler, en cambio, ha previsto lanzar en 30 países, para el segundo trimestre del 2012, la tercera generación de su Smart ed (electric drive). Con mejoras en la capacidad de sus baterías, los fabricantes ofrecen una mayor autonomía, que pudiera llegar a los 200 kilómetros y, por lo tanto, la posibilidad de escapar a los alrededores de las ciudades.

Opel mostró su Rak e, por ahora un Concept que según los fabricantes fue pensado para ser introducido en el mercado cuanto antes, aunque no tiene fecha de lanzamiento. Está previsto que alcance 100 kilómetros de autonomía. Es un biplaza en el cual los asientos están uno detrás del otro y cuyo material será reciclable.

También fue posible observar modelos eléctricos más grandes. BMW hace su apuesta con el i3, un Concept que según sus fabricantes estará en las calles en el 2013. Movilizará a cuatro personas y tendrá muy en cuenta la comodidad. Su autonomía podrá extenderse con un motor de gasolina que acciona un generador para mantener el nivel de carga de la batería.

Ese último detalle coloca al i3 en el límite entre los autos eléctricos e híbridos, como sucede con el Volt de General Motors y

2011

La empresa binacional Mia desarrolló un microbús eléctrico para tres personas.



2012

Smart ofrece su versión eléctrica mejorada con una autonomía de hasta 200 km.

Con este ejemplar, Audi vuelve a apostar, 14 años después de haberlo presentado, por un auto liviano que fracasó entonces pero que hoy se adapta mejor a las predicciones sobre lo que será la movilidad urbana.

Estas predicciones hacen que fabricantes y usuarios se traben en discusiones tales como si la energía eléctrica puede ser considerada como totalmente renovable y no contaminante, lo cual depende, en última instancia, de cómo se genera y cómo se usa.

También las preguntas se dirigen a si habrá o no las suficientes fuentes de energía eléctrica para mover a los coches del futuro. Ahora mismo, muchos usuarios ya producen la electricidad que consumen en sus medios de transporte de dos ruedas y para otras necesidades, lo cual vuelve la discusión al principio: las soluciones energéticas para la movilidad deben tener un enfoque global, incluso si se trata de una fuente hoy tan promovida.

Como apunte final, la necesidad de aplicar la electricidad a la movilidad urbana ha hecho que una firma franco-alemana como Mia Electric se dedique a producir, ahora mismo, minibuses urbanos de bajo costo y poco diseño, aunque de alta conectividad, para movilizar a tres personas, con una autonomía de hasta 130 kilómetros. O que firmas de todo el mundo desarrollen prototipos como los que se muestran en la siguiente página.

2013

Audi trabaja en su biplaza eléctrico para la ciudad que reúne conectividad y diseño.



¿2013?

Opel promete mejores precios que los de sus competidores, con su biplaza de 100 km de autonomía.

