

# REINGENIERÍA APLICADA DE UN VEHÍCULO TIPO GO KART DE 384 W CON ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS ELÉCTRICOS Y MECÁNICOS

Granda, Y<sup>1</sup>. Gutiérrez, R<sup>1</sup>. Guasumba, J<sup>1</sup>.

1. Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica.  
Av. General Rumiñahui S/N, Sangolquí, Pichincha, Ecuador, CP 171-5-231-B  
Teléfono: (+593) 02 3989400  
Correo Electrónico: y\_granda87@hotmail.com

---

## Resumen

Este proyecto consiste en la repotenciación de un vehículo tipo Go Kart que funciona con energía solar fotovoltaica mediante el uso de dos paneles solares conectados en paralelo con el objetivo de que la corriente eléctrica se sume, los cuales dan una potencia real entre los dos de 192W. La potencia del motor es de ¼ HP que es lo suficiente para que el vehículo alcance una velocidad media de 45 km/hora. En este vehículo se diseñó y fabricó un chasis resistente, protección antivuelco para el piloto, soporte para los paneles, un asiento para el piloto y brazos que permitan una suspensión independiente, junto a todo esto también se fabricó un eje de tracción que está en la parte trasera. Se le instaló llantas de motocicleta para hacerlo muy ligero con rodamientos de rodillos cónicos en las llantas delanteras y rodamientos de bolas en las llantas traseras. Se realizó la construcción de todo el proyecto teniendo unos buenos resultados, lo que se rediseñó fue la parte de la amortiguación trasera junto con el eje de tracción por motivos de desbalanceo y vibración. Se realizó pruebas sin carga y con carga para determinar fallas las mismas que no existieron y quedando el proyecto funcionando

**Palabras clave:** Repotenciación, Go Kart solar, Energía solar fotovoltaica, Potencia, Diseño y construcción.

## Abstract

This project involves the repowering of a representative vehicle Go Kart powered by photovoltaic solar energy by using two solar panels connected in parallel with electric current, which give a real power around to 192W. Engine power of ¼ HP is enough in order the vehicle reaches an average speed of 45 km / hour. This vehicle was designed and fabricated with a durable chassis, rollover protection for the pilot, support panels, a seat for the pilot and arms that allow independent suspension, along with all this tensile axis in the rear, it is also produced a drive shaft that is in. It is also produced rear. It was fitted motorcycle wheels to make very slightly tapered roller bearings in the front and ball bearing wheels on the rear tires. Entire project's construction, having good results, was performed, and was redesigned was the part of the rear shock with the drive shaft for reasons of imbalance and vibration. Testing was performed with no load and load to determine faults. They did not exist and it was possible to leave the project running.

**Keywords:** Repowering, Go Kart Solar, solar photovoltaic energy, power, design and construction.

## INTRODUCCIÓN

Cuando se habla de vehículos que no utilizan combustibles fósiles, el utilizar la energía proporcionada por la luz solar es una gran alternativa, sencilla y sin costo. Estos vehículos accionados con energía solar fotovoltaica serían un gran cambio para el transporte, de manera que no contaminemos y la energía utilizada sea gratis.

Los vehículos que funcionan con energía solar fotovoltaica se diseñan puntualmente de manera que cumplan los requerimientos técnicos necesarios para un buen funcionamiento, también se considera factores de diseño como son confiabilidad, eficiencia y menor costo. [3]

Un vehículo solar es un vehículo propulsado por un motor eléctrico alimentado por energía solar fotovoltaica que transforman los paneles solares en electricidad, estos paneles están en la

superficie del automóvil. Estos vehículos por ahora se fabrican para uno o dos pasajeros.

En la sociedad y en el mercado, este tipo de vehículos aún no son comunes, por lo que se utilizan para competencias de autos accionados con energía solar fotovoltaica. El término fotovoltaico quiere decir luz-electricidad.

En este proyecto se utiliza un motor de corriente continua que es el flujo continuo de carga eléctrica a través de un conductor entre dos puntos de distinto potencial y no cambia de sentido con el tiempo, no varía. [1]

En los casos en donde la energía consumida por el motor sea alta, entonces la energía producida por los paneles fotovoltaicos también debe ser alta para que se almacene en las baterías con una capacidad conforme a la instalación fotovoltaica. Si los paneles

utilizados no producen la suficiente cantidad de electricidad, entonces es necesario aumentar el número de paneles.

## MARCO TEÓRICO

### PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DE PANELES FOTOVOLTAICOS

La función de los paneles solares o también llamados placas solares es de convertir la energía que nos brinda el Sol en electricidad. Cuando fotones de un determinado rango de energía chocan con átomos de ciertos materiales semiconductores como el silicio (material más común de los paneles solares) les ceden su energía produciendo un desplazamiento de electrones que es en definitiva una corriente eléctrica. [2]

### PANELES SOLARES

Los paneles están formados por muchas celdas o células solares. Una celda solar es una pequeña placa que suele estar hecha de silicio cristalino que por su composición convierte la luz del Sol en electricidad o Energía Solar Fotovoltaica.

Este balance enfocado para el caldero se lo puede definir de manera más clara con la siguiente ecuación que ilustra los flujos de calor y su balance energético.

### CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LOS PANELES FOTOVOLTAICOS UTILIZADOS

#### Características físicas

Longitud: 1.200 mm

Anchura: 1.000 mm

Espesor: 35 mm

Peso: 10,2 kg

#### Características eléctricas

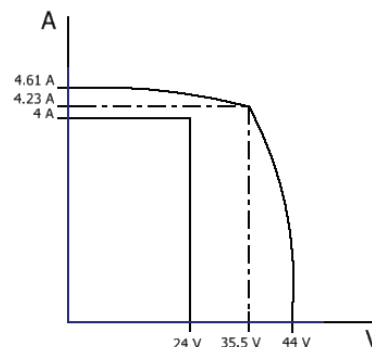
Potencia: 150 W

Corriente (en punto de máxima potencia): 4,23 A

Tensión (en punto de máxima potencia): 35.5 V

Corriente de cortocircuito: 4,61 A

Tensión de circuito abierto: 44 V



**Fig1:** Potencia real de un panel

$$P_{\text{real}} = 8A * 24V = 96 W$$

La potencia total real de los dos paneles es 192 W.

### FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL MOVIMIENTO DE UN VEHÍCULO

#### Plano horizontal

Existe una resistencia aerodinámica  $R_a$  que es la fuerza que sufre el vehículo al moverse a través del aire en dirección de la velocidad relativa aire-vehículo.

$$R_a = \frac{1}{2} \rho (AF) \mu_a v^2$$

También existe una resistencia a la rodadura  $R_r$  que se presenta cuando un cuerpo rueda sobre una superficie. En la resistencia a la rodadura no existe resbalamiento entre la rueda y la superficie sobre la que rueda, disminuyendo la resistencia al movimiento.

$$R_r = \mu_r * W$$

#### Potencia del motor

$$P = (R_a + R_r) * v$$

#### Plano inclinado o rampa

Este cálculo nos permite encontrar el par máximo del motor, ya que en caso de una rampa es cuando el motor necesita el máximo par momento, puesto que además de vencer las fuerzas antes estudiadas debe vencer la fuerza ejercida por la inercia, la cual está dada por  $(\frac{W}{g} * a)$  obteniendo una resistencia total[4]:

$$R_t = W * \text{Sen}\theta + W * \text{Cos}\theta * \mu_r + \frac{W}{g} * a$$

$$M_{\text{max}} = \frac{R_t * R_c}{i * n}$$

## Relación de transmisión (i)

$$i = \frac{Z_r}{Z_p}$$

## DISEÑO FOTOVOLTAICO [5]

Este diseño es muy importante para poder dimensionar correctamente la instalación fotovoltaica.

$$\text{Energía total real: } E_T = \frac{ET(\text{teórica})}{\text{Eficiencia del sistema}}$$

Energía de un panel

$$E_{\text{panel}} = \text{Potencia real} * \text{HSP}$$

Número de paneles

$$N_p = \text{Energía total real} / \text{Energía de 1 panel}$$

Corriente

$$I_m = \frac{E_{\text{total real}}}{G_{\text{dm}}(\beta) * VN} * \text{Irradiancia mundial}$$

Corriente necesaria

$$I_{m(\text{max})} = 1.2 * I_m$$

Capacidad necesaria

$$C_{\text{Nec}} (\text{Ah}) = \frac{E_{\text{total real}} * N_d \text{ autonomía}}{VN}$$

Capacidad nominal de las baterías

$$C_{\text{NOM}} (\text{Ah}) = (C_{\text{Nec}} / P_d \text{ max}) * 100$$

Regulador de corriente

$$I_{\text{max Reg}} = 1.2 * N_{pp} * I_{p \text{ max}}$$

## ANÁLISIS DE ESFUERZOS

Para este análisis se utiliza un programa CAD, en el cual se simula las partes y piezas diseñadas y construídas especificando sus dimensiones, material y carga muerta para conocer si el nivel de esfuerzos al cual estarán sometidas cumpla con los parámetros permitidos. Además se utilizó el acero A36 cuyas propiedades y características son:

Propiedades del acero A36[6]

Nombre	Acero A36	
General	Densidad	7.85 g/cm <sup>3</sup>
	Esfuerzo a fluencia	207 MPa
	Esfuerzo último	345 MPa
Esfuerzo	Módulo de Young	210 GPa
	Coficiente de Poisson	0.3

## Protección antivuelco

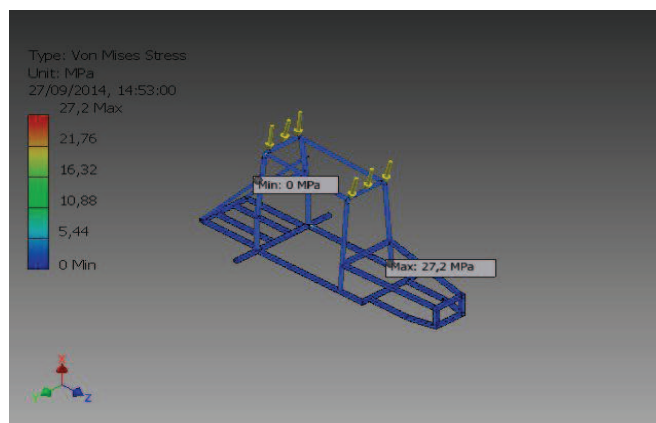


Fig 2: Esfuerzo de Von Mises

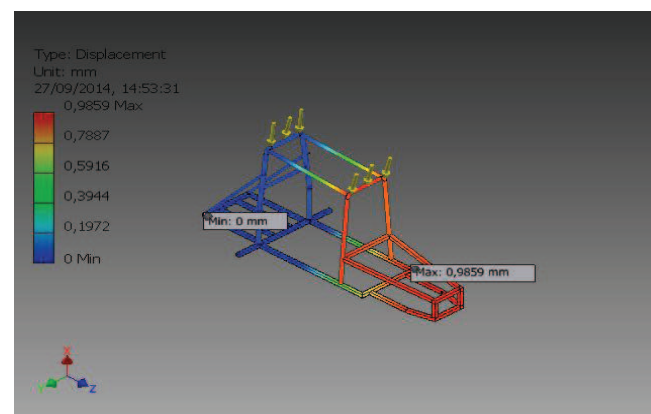


Fig 3:1 Desplazamiento máximo

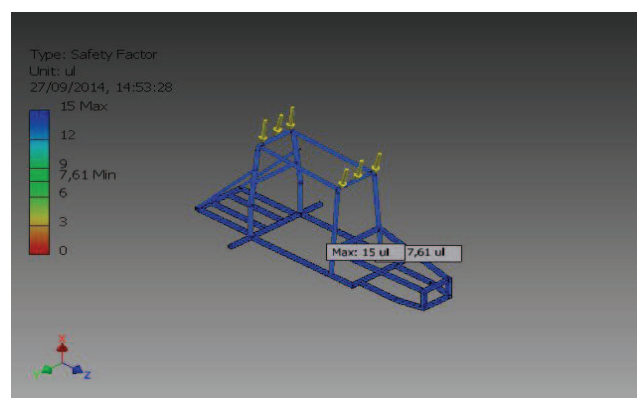


Fig 4:2 Factor de seguridad

## Chasis

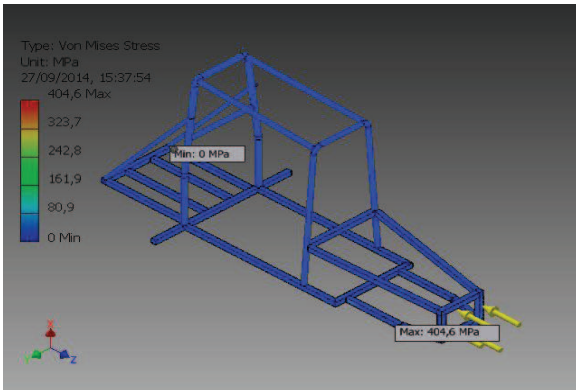


Fig 5:3 Esfuerzo de Von Mises

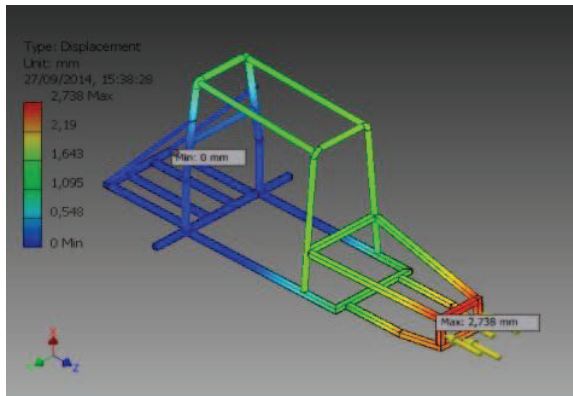


Fig 6: Máximo desplazamiento

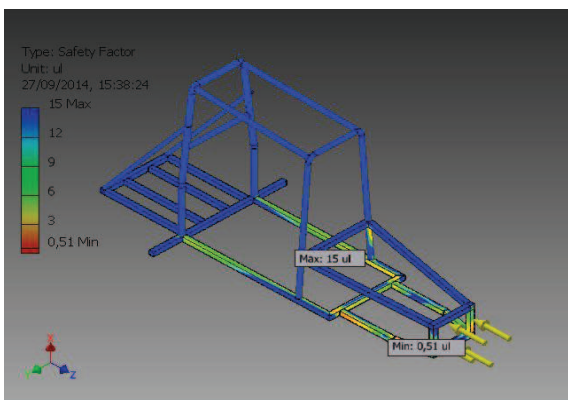


Fig 7: Factor de seguridad

Cabe recalcar que en el resto de partes y piezas fabricadas no se hizo simulación porque el material es el mismo y además las cargas a las que estaban sometidas son de magnitud considerablemente menor.

En las figuras arriba indicadas, las zonas de color azul son las que no presentan problema y las de color rojo son las que pueden ser críticas.

## DESARROLLO EXPERIMENTAL

### CONSTRUCCIÓN

Para la construcción del vehículo accionado con energía solar fotovoltaica, se la hizo por partes y piezas principales que son chasis y protección antivuelco, brazos para las ruedas, soporte paneles y amortiguación independiente, asiento del conductor, eje de tracción.

### CHASIS Y PROTECCIÓN ANTIVUELCO

En la construcción de la cámara del chasis se lo diseñó para que resista un choque a una velocidad de 100km/hora pero está sobredimensionado porque este vehículo está diseñado para una velocidad promedio de 45km/hora. La protección antivuelco se la diseñó para que soporte una fuerza de 7840N.

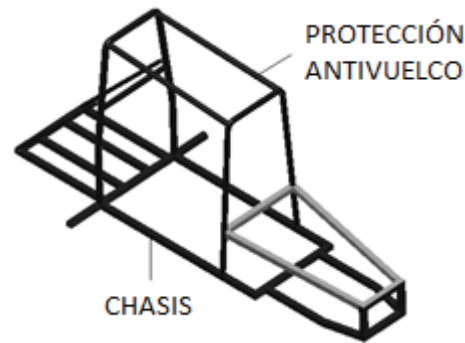


Fig 8: Chasis y protección antivuelco

### BRAZOS DELANTEROS Y TRASEROS

Para los brazos delanteros se utilizó tubo cuadrado de  $\frac{3}{4}$  de pulgada,  $e=2\text{mm}$



Fig 9: Brazos delanteros

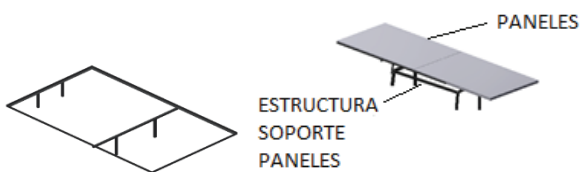
En los brazos traseros se utilizó tubo cuadrado de 1 pulgada,  $e=2\text{mm}$ . Estos brazos se los rediseñó dos veces debido a que el primer diseño presentó mucha vibración, ruido y desbalanceo. Con el segundo diseño se corrigió todas las fallas



**Fig 10:** Brazos traseros

### SOPORTE DE PANELES FOTOVOLTAICOS

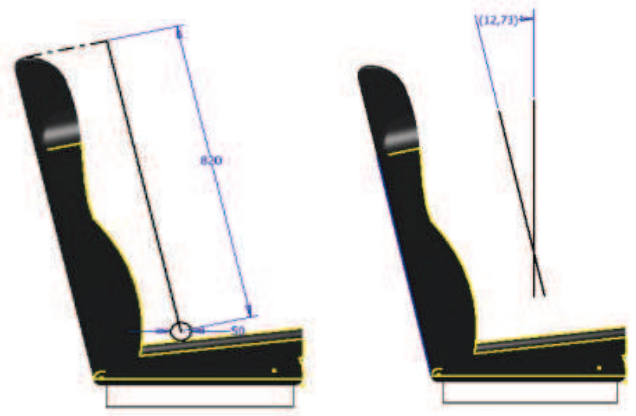
Se utilizó ángulo de 25.4mm,  $e=1.5\text{mm}$  y tubo cuadrado de 19.05mm,  $e=1.5\text{mm}$ . Para este diseño se tomó el peso de los paneles y se dejó fija la estructura para evitar vibración.



**Fig 11:** Protección antivuelco

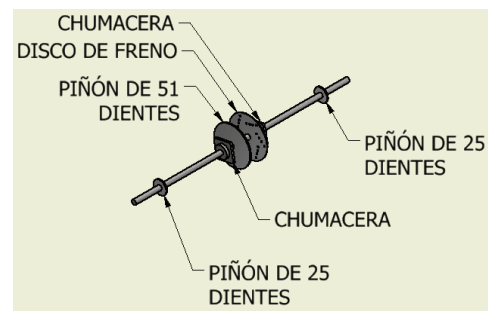
### ASIENTO DEL CONDUCTOR

Se lo hizo con materiales y medidas que cumplen con las bases técnicas de un asiento para auto normal.



**Fig 12:** Asiento del conductor

### EJE DE TRACCIÓN



**Fig 13:** Eje de tracción

### CONJUNTO

En este modelo se puede observar ya todo el vehículo ensamblado completamente con las partes fabricadas y compradas.



**Fig 14:** Vehículo completo

## CÁLCULOS OBTENIDOS

Datos que intervienen en el movimiento del vehículo

Densidad del aire	$\rho=0.957 \frac{kg}{m^3}$
Peso del vehículo más piloto	$W=280Kg$
Velocidad	$v=12.5m/s$
Eficiencia relación de transmisión	$n=0.85$
Aceleración	$a=0.5m/s^2$
Relación de transmisión	$i=3$
Pendiente máxima	$\theta=8^\circ$
Radio bajo la carga	$rc=0.2705m$
Resistencia total	$Rt= 3242.35 N$
Momento máximo	$M_{max}=344 Nm$
Resistencia aerodinámica	$Ra=28.2 N$
Resistencia a la rodadura	$Rr=41.2 N$
Potencia del motor	$P=867.5 W$ $P=1.17 HP$
Factor de fricción de rodamientos	$0.1$ $P=0.117 HP$
Factor de seguridad de 2	$P=0.234 HP$

**Tabla 1:** Resultado de los cálculos

Diseño fotovoltaico

Horas de sol pico	$HSP=4.8$
Energía total real	$E_T=0.691 \frac{Kw h}{día}$
Energía de un panel	$E_{panel}=460.8 \frac{W h}{día}$
Número de paneles	$Np=2$
Corriente	$I_m=6 A$
Corriente necesaria	$I_{m(max)}=7.2A$
Capacidad nominal de las baterías	$C_{NOM}(Ah)=124Ah$
Regulador de corriente	$I_{max Reg}=10A$

**Tabla 1:** Resultado de los cálculos del diseño fotovoltaico

## ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

En este proyecto, a partir de un buen diseño realizado, los resultados obtenidos cumplen con los requerimientos de operación y del material utilizado. Con la potencia de  $\frac{1}{4}$  de Hp en el motor el vehículo accionado con energía solar fotovoltaica puede llegar a la velocidad establecida que es de 45km/hora consumiendo 691W al día funcionando 3 horas y consumiendo 124 amperios.

En la simulación podemos observar que el esfuerzo de Von Mises, desplazamiento máximo y el factor de seguridad están dentro del rango aceptado en el diseño.

## CONCLUSIONES

1. El vehículo accionado por energía solar fotovoltaica de  $\frac{1}{4}$  HP de potencia está diseñado para una velocidad media de 45Km/hora.
2. La batería de 124 Ah necesita de 14 HSP aproximadamente para cargarse con los dos paneles fotovoltaicos.
3. Los resultados obtenidos en el diseño mecánico cumplen con los requerimientos y con las características mecánicas del material utilizado.
4. El rediseño de la amortiguación trasera permitió que tanto el eje de tracción como la amortiguación

funcione de manera correcta evitando también la vibración y el ruido que presentaba el primer diseño que se hizo.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- [1]Chapman, S. (1991). Máquinas Eléctricas. México: McGraw-Hill.
- [2]Lorenzo, E. (2006). Electricidad solar fotovoltaica. Progensa.
- [3]Hexen, L. (2010). slideshare
- [4] Izquierdo, Aparicio y otros. (2001). Teoría de los Vehículos Automóviles. Madrid.
- [5]Energía solar fotovoltaica y cooperación al desarrollo. (s.f.).
- [6] Shigley. (2008). Diseño en ingeniería mecánica. México: McGraw-Hill.

