



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA MOTRIZ EN BASE A ENERGÍA ELÉCTRICA CON APOYO DE ENERGÍA SOLAR PARA UN CUADRÓN.”

Tesis presentada como requisito previo a la
obtención del grado de Ingeniero Automotriz

LUIS OMAR TOAPANTA HEREDIA

Director: Ing. FREDDY SALAZAR

DIEGO MARCELO NÚÑEZ FIALLOS

Codirector: Ing. GUIDO TORRES

Latacunga, 2014

JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

- En la actualidad transitan por las carreteras del mundo millones de vehículos .El ciclo vital de un automóvil, desde su producción hasta su destrucción, es en sí mismo un poderoso agente contaminante.
- El automóvil eléctrico posee innumerables beneficios en lo que a tráfico en grandes ciudades se refiere, trae consigo además una deducción considerable del consumo energético y sobre todo trae como consecuencia la disminución de la contaminación medioambiental.

OBJETIVO GENERAL

- **DISEÑAR E IMPLEMENTAR UN SISTEMA MOTRIZ EN BASE A ENERGÍA ELÉCTRICA CON APOYO DE ENERGÍA SOLAR PARA UN CUADRÓN.**

OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL PROYECTO

- Estudiar los diferentes componentes de los vehículos eléctricos para poder entender su funcionamiento.
- Rediseñar el sistema mecánico del cuadrón.
- Diseñar el sistema eléctrico-electrónico.
- Implementar el sistema mecánico, eléctrico y electrónico.
- Realizar pruebas de consumo de energía para el cuadrón.

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

- El coche eléctrico fue uno de los primeros automóviles que se desarrollaron, , hasta el punto que existieron eléctricos anteriores al motor de cuatro tiempos.
- La mejora de la pila eléctrica, por parte de los franceses Gaston Planté en 1865 y Camille Faure en 1881, allanó el camino para los vehículos eléctricos.
- Hasta que en los automóviles eléctricos realizaron registros de velocidad y distancia notables, entre los que destacan la ruptura de la barrera de los 100 km/h uno de ellos el de Camille Jenatzy .



SISTEMAS Y ELEMENTOS DEL VEHÍCULO ELÉCTRICO (VE)

- Propulsión Eléctrica (Motor)
- Control y etapa de potencia
- Sistema de alimentación y recarga (Baterías)

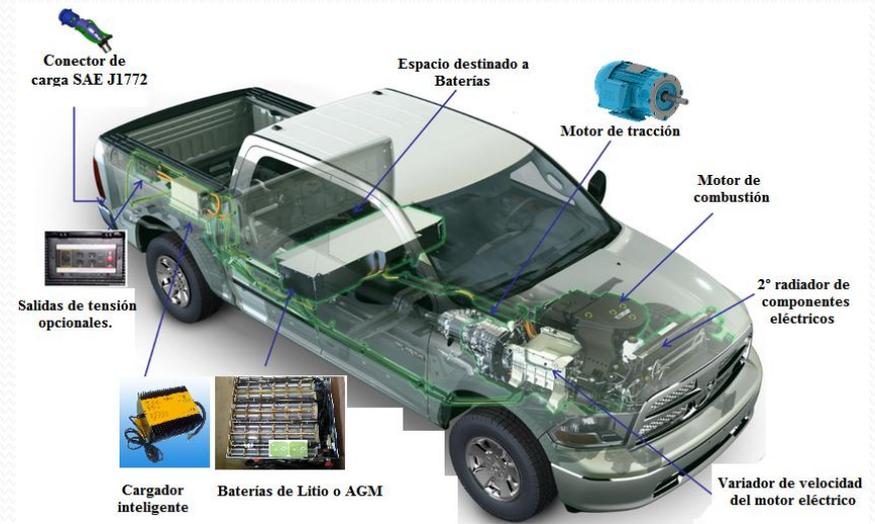
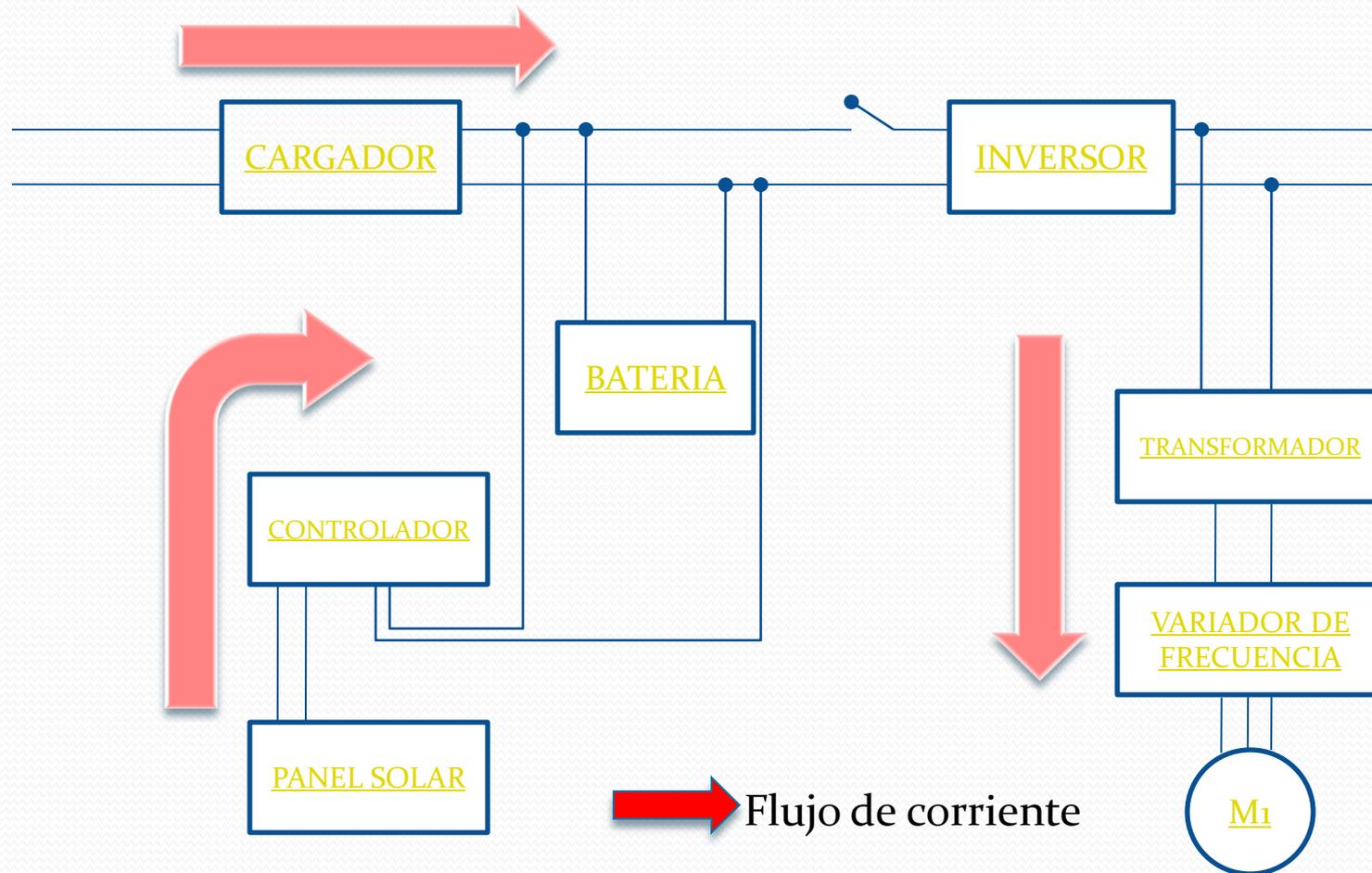


DIAGRAMA ELÉCTRICO



DISEÑO Y SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA MOTRIZ

La selección esta enfocada en la potencia requerida y esta dada por:

$$P_r = R_t \cdot V$$

Dónde:

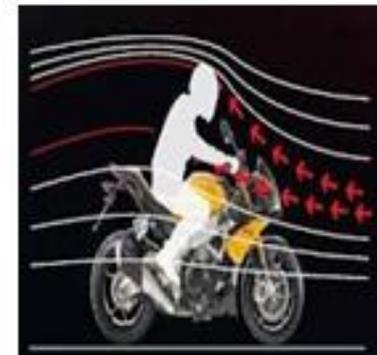
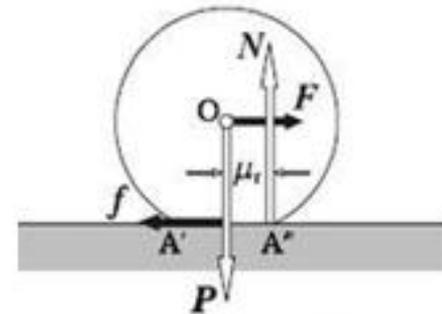
R_t : resistencia o fuerza neta actuante

V : velocidad promedio del cuadrón

Siendo la resistencia total

Resistencia por rodadura R_r $R_r = P * f$

Resistencia por el aire R_a $R_a = K * S * V^2$



Entonces la resistencia por rodadura será:

$$Rr = P * f$$

Donde:

P: Peso total del vehículo

P: 200 Kg

f: coeficiente de rodadura (kg/t)

tomaremos en cuenta el asfalto $f = 15$

$$Rr = 0.2 * 15 = 3kg$$

<u>PESO ESTIMADO DEL CUADRÓN</u>		
<u>Elementos</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Peso</u>
Chasis del cuadrón	1	95kg
Ocupantes	1	75kg
Baterías	1	10kg
Motor eléctrico	1	15kg
Accesorios	-	5kg
Total	-	200kg

<u>Tipo de suelos</u>	<u>Coficiente de rodadura</u> <u>kg/t</u>
Asfalto	12-17
Hormigón	15
Adoquinado	55
Tierra compacta	50
Tierra suelta	100

Resistencia por el aire frontal

$$Ra = K * S * V^2$$

K: constante del aire

S: área correspondiente a la proyección del cuadrón

V: velocidad promedio del cuadrón

Dónde:

δ : Densidad del aire 1.23 kg/m^3

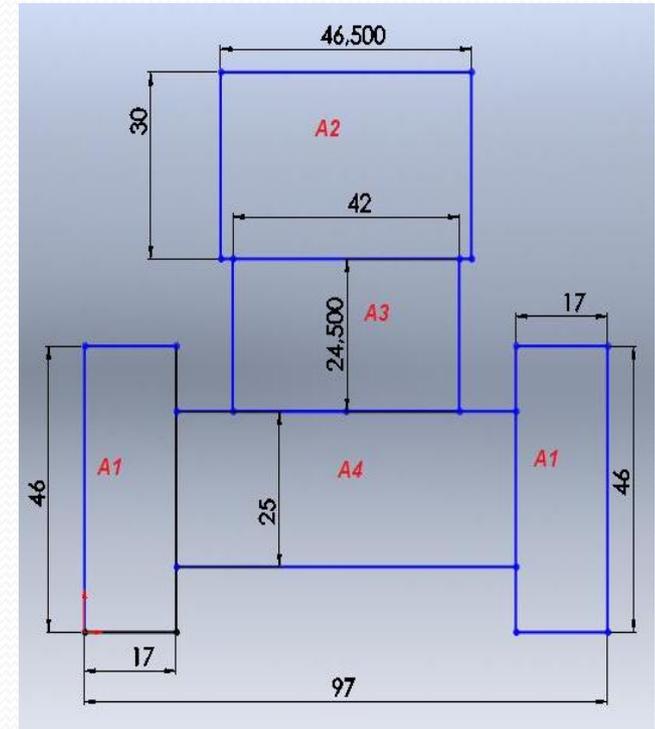
C: Coeficiente de arrastre $C = 0.74$

g: Fuerza de gravedad $g = 9.8 \text{ m/s}^2$

$$K = \delta \frac{C}{2g}$$

$$K = 1.23 \frac{0.74}{2(9.8)}$$

$$K = 0.046 \text{ N}$$



El Área total $S = 0.56 \text{ m}^2$

Entonces:

$$Ra = 0.046 * 0.56 * \left(\frac{60}{3.6}\right)^2$$

$$Ra = 7.15 \text{ kg}$$

La fuerza o resistencia total del cuadrón es la siguiente.

$R_t = \text{Resistencia por rodadura (Rr)} + \text{Resistencia por el aire (Ra)}$

Entonces:

$$R_t = 3\text{kg} + 7.14\text{kg}$$

$$R_t = 10.14 \text{ Kg}$$

La potencia requerida ecuación para el movimiento del cuadrón es:

$$P_r = (10.14\text{kg} * 60\text{Km} / \text{h.})x(2.72)$$

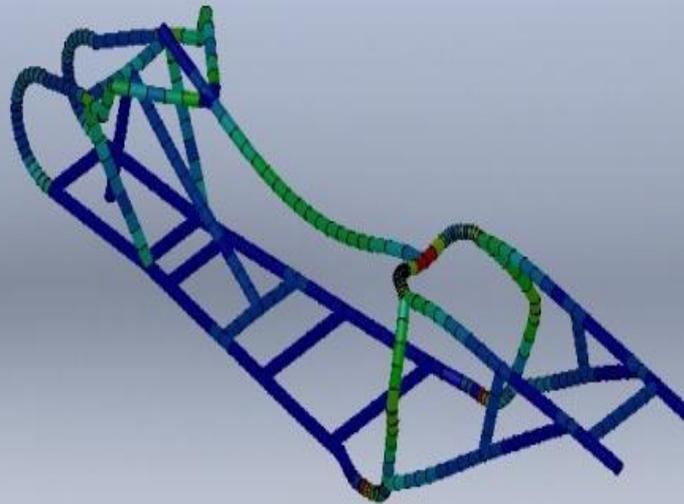
$$P_r = 1654.84\text{Watts}$$

$$P_r = 2.2\text{HP}$$

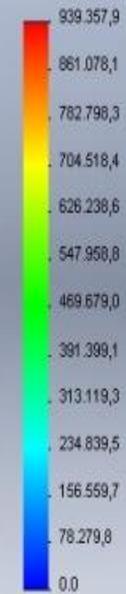
Potencia requerida 2.2HP

PRUEBAS Y RESULTADOS DEL SISTEMA MOTRIZ

Nombre de modelo: ESTRUCTURA CUADRON 1
Nombre de estudio: Estudio 1
Tipo de resultado: Tensión axial y de flexión más alta Tensiones1
Escala de deformación: 18173.3



Tensión axial y de flexión más alta (N/m^2)



IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

- Se mantendrá el sistema de frenos, transmisión y suspensión del cuadrón original debido a que no se realizarán modificaciones en dichos sistemas.
- Se construyó dos bases independientes en las cuales se montará la batería, el inversor , cargador, ubicados en la parte posterior y el panel solar ubicado en la parte frontal, las cuales serán sujetas al chasis del vehículo.



Soporte para la base

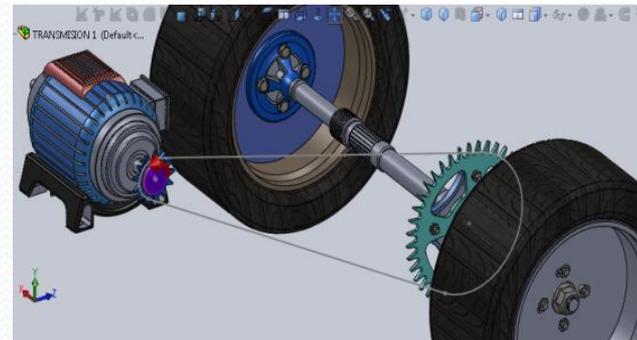


Soporte para el motor eléctrico

- Mediante suelda eléctrica se unió los apoyos al chasis, en donde se fijaran tanto la base como el motor eléctrico mediante pernos.
- Para conectar el motor eléctrico con la catalina del eje posterior mediante la cadena original se optó por un piñón con chavetera fijándose a la salida del motor con relación de transmisión de 0,33.



- Se coloca la cadena tanto en la rueda dentada del eje como en el acople del motor, se ajusta el motor eléctrico al chasis mediante pernos, tomando en cuenta la tensión de la cadena.

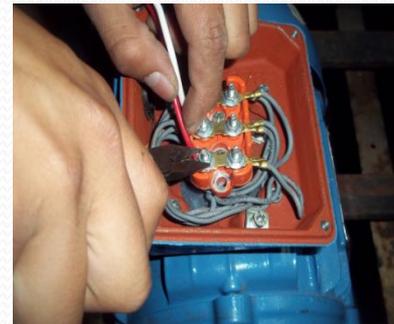


- Se instala los elementos eléctricos y electrónicos en su respectivo lugar sujetos mediante pernos al chasis.



SISTEMA ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO

- En el variador la conexión se la hace hacia el motor identificando los terminales de alimentación y de señal.
- En el motor igualmente realizamos la conexión tomando en cuenta cada terminal que van tanto a la alimentación y control de velocidad.



- También se procede a conectar el inversor



- Se conecta también el sistema fotovoltaico



MODO DE OPERACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO

- El circuito deberá estar cerrado por medio del interruptor principal
- Se encenderá el inversor, el cual nos dará el voltaje de la batería la misma que se incrementa mediante el cargador que está conectado a una toma de 110 (V).
- Se energizará el transformador, variador de frecuencia por medio del breaker, ya que es una seguridad para evitar sobrecargas.
- Se acciona el interruptor de tres posiciones seleccionando una de las dos opciones.



OPERACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO

En este caso seleccionamos hacia la derecha el vehículo se desplaza hacia adelante, caso contrario la izquierda se mueve hacia atrás.

Se procede a acelerar gradualmente por medio del potenciómetro el cual entregara energía al motor generando así el par motor.

Este procedimiento se lo realizará de forma ordenada para que sistema se energice correctamente y así pueda funcionar.



PRUEBAS DEL VEHICULO ELÉCTRICO Autonomía

$$\frac{\text{TiempoTotal}}{\text{TiempoAutonomía}} = \frac{V_{\text{flotación}}}{V_{\text{flotación}} - \text{Voltaje min}}$$

$$C_{\text{arg a}} = 80 \text{ Ah}$$

$$I_{\text{c arg a}} = 6 \text{ A}$$

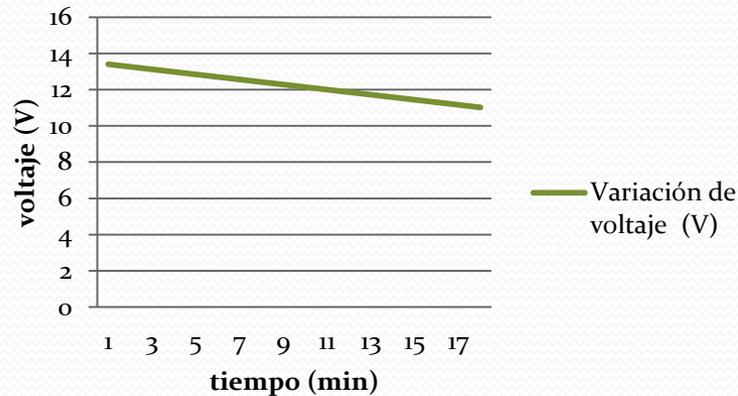
$$V_{\text{flotación}} = 13.2 \text{ V}$$

$$\text{Voltaje min} = 11 \text{ V}$$

$$\text{TiempoAutonomia} = \frac{80 \text{ Ah}}{6 \text{ A}} * \frac{13.2 - 11}{13.2}$$

$$\text{TiempoAutonomia} = 2.2 \text{ en } 17 \text{ Km}$$

Variación de voltaje (V)



Velocidad del vehículo

La prueba velocidad se llevó a cabo en la panamericana sur (Latacunga Salcedo).



La prueba se tomo en cuenta datos como el tiempo, distancia recorrida y la frecuencia.

<u>Distancia (m)</u>	<u>Tiempo (s)</u>	<u>Frecuencia (Hz)</u>	<u>Velocidad (km/h)</u>
100	25	15	14.4

IMPACTO AMBIENTAL

El CO₂ o dióxido de carbono es uno de los gases que se producen al quemar combustible: los motores de gasolina emiten 2,3 kg de CO₂ por cada litro de gasolina. Normalmente se mide en gramos por kilómetro.

Entonces los 150Km recorre con 1 Gal (3,785lt) por tanto tenemos:
Recorrido (10Km) = 0,25 lt
La contaminación (C) será:

$(C) = 2,3\text{Kg (CO}_2) * 0,25\text{lt} / 1\text{lt}$
 $(C) = 0,575\text{ g (CO}_2) \text{ por cada kilómetro recorrido.}$

<u>PARÁMETROS</u>	<u>CUAD. (MCI)</u>	<u>CUAD. ELÉCTRICO</u>
Distancia recorrida	10km	10km
Costo	0,098USD	0,18USD
Emisiones de CO ₂	0,575 Kg CO ₂ /km	0Kg CO ₂

CONCLUSIONES

- El estudio de los diversos sistemas y elementos que conforman los vehículos eléctricos fue pieza fundamental para iniciar y por ende concretar con éxito el proyecto.
- Verificamos que era lo correcto modificar diversas partes de su estructura mecánica y en su totalidad la parte eléctrica para que los nuevos dispositivos se acoplen de mejor forma, dando como resultado un vehículo eléctrico sin perder las características de un cuadrón común.
- Confirmamos que los componentes eléctricos y electrónicos fueron escogidos bajo diversos parámetros de funcionamiento con el afán de que el vehículo respondiera a las necesidades establecidas previamente.

RECOMENDACIONES

- Tomar en cuenta el tiempo de duración del consumo de energía, antes de conducir el vehículo considerando que tenemos como promedio dos horas para circular en plano.
- Recordar que el variador de frecuencia podemos modificarlo para alcanzar mayores velocidades, para aquello hay que tomar en cuenta diversos aspectos siendo el peso del conductor el principal, ya que este siempre varia e influye al momento de arrancar.
- Verificar el estado y presión de aire de los neumáticos ya que incide de manera directa al momento de partir y en el giro del sistema de dirección.