

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL TREN MOTRIZ CON MOTOR ELÉCTRICO Y TRANSMISIÓN CVT, PARA UN VEHÍCULO BIPLAZA PLEGABLE.

Edisson Chuquiana

Guido Torres

Freddy Salazar

Universidad De Fuerzas Armadas ESPE

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

edisson.ch.c@gmail.com,

grtorres@espe.edu.ec,

fwsalazar@espe.edu.ec

RESUMEN

En la siguiente investigación se detalla los procesos de diseño e implementación del tren motriz para un vehículo biplaza, el mismo que está conformado por un motor eléctrico y una transmisión CVT; para la propulsión es necesaria la energía eléctrica que se la utiliza para la disminución de las emisiones contaminantes.

Para alcanzar los objetivos establecidos, primero se realizó un estudio previo para poder dimensionar la potencia y torque del motor, el controlador electrónico, baterías y demás componentes. Las resistencias que oponen al movimiento fueron los principales factores a tomar en cuenta, ya que de estas dependen las características del motor y de más componentes, tanto mecánicos como eléctricos. Una vez que los resultados obtenidos de los respectivos análisis indican que el diseño es seguro, se procede a realizar la construcción e implementación; para llevarlo a cabo, es importante tener en cuenta la seguridad industrial y un proceso ordenado de construcción e implementación.

ABSTRACT

The following research design processes and implementation powertrain for a two-seater, the same is comprised of an electric motor and a CVT transmission; for propulsion, uses Electric energy for the reduction of pollutant emissions.

To achieve the objectives, first a preliminary study was conducted to gauge the power and torque of the motor, electronic controller, batteries and other components.

The resistances that oppose the movement were the main factors to take into account, since these depend on the characteristics of the engine and more components, both mechanical and electrical. Once the results of the respective analyzes indicate that the design is safe, we proceed to perform the construction and implementation; to carry out, it is important to consider industrial safety and orderly construction and implementation process.

PALABRAS CLAVE

Ingeniería automotriz, vehículos biplaza, vehículos eléctricos, controladores electrónicos, baterías de ciclo profundo.

I. INTRODUCCIÓN

La organización internacional de constructores de automóviles (OICA) en su estudio informa que a nivel mundial, el transporte por carretera es responsable del 16% de las emisiones artificiales de CO₂ y en Ecuador el 54,3% de CO₂ en el aire, es proveniente del sector de transporte, cifra realmente alarmante ya que más de la mitad del porcentaje global se debe a la industria automotriz.

Por tal razón el presente proyecto tiene el objetivo de diseñar e implementar el sistema motriz con un motor eléctrico y una transmisión CVT mecánica. Al utilizar un motor eléctrico como medio de propulsión ayudará a reducir el deterioro medioambiental, ya que no se emitirá ningún tipo de gas

contaminante a la atmosfera, aprovechando también energías renovables.

II. PARÁMETROS Y CRITERIOS DE DISEÑO PARA TREN MOTRIZ

Previo al diseño es indispensable considerar e identificar los parámetros de mayor importancia que se deben tener en cuenta para poder dimensionar el tren motriz sin complicaciones, estos parámetros son:

- Modelado dinámico para el movimiento longitudinal
- Criterio de selección de motor eléctrico, controlador, baterías.
- Calculo de transmisión CVT
- Calculo de transmisión por cadena

III. MODELADO DINAMICO PARA EL MOVIMIENTO LONGITUDINAL

Para determinar el grupo propulsor y el conjunto de baterías es necesario conocer las fuerzas resistentes a las que tienen que hacer frente el biplaza, para posteriormente y en virtud de sus valores seleccionar los componentes del kit de instalación, tales resistencias son:

- Resistencia a la rodadura
- Resistencia a la pendiente
- Resistencia aerodinámica.

Resistencia a la rodadura

Para el cálculo de esta resistencia se aplica la siguiente ecuación:

$$Rr = fr * N \quad [\text{Ec. 1}]$$

Donde:

Rr= Resistencia a la rodadura
fr= Coeficiente de rodadura
N= Componente Normal del vehículo.

Para fr se aplica:

$$fr = 0.0085 + \frac{0.018}{P} + \frac{1.59 \cdot 10^{-6}}{P} v^2 \quad [\text{Ec. 2}]$$

Dónde:

P= Presión de los neumáticos [Bar]
V= velocidad lineal en [Km/h]

Aplicando las ecuaciones con el biplaza a plena carga se obtiene los resultados mostrados en la tabla 1. Para obtener la potencia se multiplica por la velocidad.

Tabla 1 Potencia necesaria para vencer la rodadura a plena carga.

Velocidad [Km/h]	R. Rodadura. [N]	P. Rodadura [KW]
V	Rr	Pr
0	61,607	0
10	62,392	0,173
20	63,961	0,355
30	67,100	0,559
40	71,417	0,794
50	77,303	1,074
60	83,974	1,400

Como análisis de resultados necesitamos 1.4 KW para vencer la resistencia a la rodadura a 60Km/h, que es la velocidad máxima para condiciones urbanas y 1,07 KW para llegar a la velocidad meta de diseño.

Resistencia a la pendiente:

Esta consideración es importante, cuando se toma en cuenta que el vehículo tiene que superar desniveles con cierto grado de inclinación. La pendiente o ángulo de inclinación se mide en porcentaje y se considera según normas internacionales hasta 18%. El ángulo correspondiente se calcula con la siguiente ecuación:

$$\phi = \arctg^{-1} \frac{\Phi\%}{100} \quad [\text{Ec.3}]$$

Donde:

ϕ = Angulo de Inclinación [°]
 $\Phi\%$ = Angulo de inclinación [%]

Aplicando la ecuación 4 se puede obtener dicha resistencia.

$$Rg = Wxsen\phi \quad [\text{Ec.4}]$$

Donde:

Rg= Resistencia máxima a la pendiente [N]
W= Peso del vehículo [N]
 ϕ = Ángulo de la pendiente [rad]

En la tabla 2, muestra la fuerza necesaria para vencer pendientes con distintos ángulos de inclinación, aplicando las ecuaciones 3 y 4 respectivamente.

Tabla 2 Resistencia a pendiente en plena carga

$\phi\%$	Φ [rad]	Φ [°]	Rg [N]
2	0,0200	1,146	78,464
4	0,0400	2,291	156,835
6	0,0599	3,434	235,017
8	0,0798	4,574	312,920
10	0,0997	5,711	390,453
12	0,1194	6,843	467,526
16	0,1587	9,090	619,955
18	0,1781	10,204	695,148

Tabla 3 Potencia para vencer resistencia a pendiente en plena carga

Velocidad [km/h]	Pg [KW] con 5% pendiente	Pg [KW] con 10% pendiente	Pg [KW] con 18% pendiente
0	0	0	0
10	0,5443	1,0846	1,9310
20	1,0886	2,1692	3,8619
30	1,6330	3,2538	5,7929
40	2,1773	4,3384	7,7239
50	2,7216	5,4230	9,6548
60	3,2659	6,5075	11,5858
70	3,8102	7,5921	13,5168
80	4,3546	8,6767	15,4477

Si comparamos con la resistencia a la rodadura a esta velocidad, esta componente necesita aproximadamente 10 veces más, por lo tanto es la principal componente a considerar para el diseño de la pendiente máxima.

Resistencia aerodinámica:

$$R_{xa} = \frac{1}{2} \rho * C_{Dx} * A_f * V^2 \quad [Ec. 5]$$

Dónde:

P= la densidad del aire Kg/m³

C_{Dx}= Es el coeficiente aerodinámico al avance

A_f= Es el Área frontal m²

V= es la velocidad del vehículo en m/s²

Para el cálculo del área frontal se consideró la vista frontal del biplaza considerando también el área de los neumáticos.

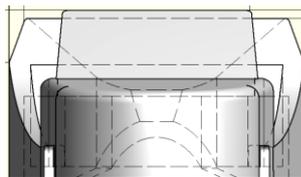


Ilustración 1 Vista frontal de biplaza eléctrico

En la tabla 5, se muestra los valores de la resistencia aerodinámica al avance aplicando la ecuación 5, para distintas velocidades.

Tabla.4. Resistencia y potencia aerodinámica

Velocidad [Km/h]	densidad [Kg/m ³]	Factor CDx	Resistencia Rxa [N]	Potencia Pxa [KW]
0	1,225	0,7	0	0
10	1,225	0,7	6,941	0,0253
20	1,225	0,7	27,76424	0,2025
30	1,225	0,7	62,46953	0,6835
40	1,225	0,7	85,02797	1,620
50	1,225	0,7	140,5564	3,164
60	1,225	0,7	209,967	5,468

La resistencia aerodinámica máxima al avance es de 227,86 N a 50 Km/h aproximadamente.

Resistencia Total:

A continuación se presenta un resumen de todos los resultados del estudio, agrupados de tal manera que permiten visualizar distintas condiciones de incremento de la resistencia longitudinal y por consiguiente, la correspondiente demanda de potencia para producir el movimiento.

Tabla.5. Potencia resistentes agrupadas según situación de conducción

Vel. Km/h	Prr [KW]	Pxa [KW]	Pgφ18% [KW]	P. Llano [KW]	P. Pendiente φ18% [KW]
10	0,173	0,025	1,930	0,198	2,129
20	0,355	0,202	3,861	0,557	4,419
30	0,559	0,683	5,792	1,242	7,035
40	0,793	1,620	7,723	2,413	10,13
50	1,073	3,164	9,654	4,238	13,89
60	1,39	5,468	11,585	6,868	18,45

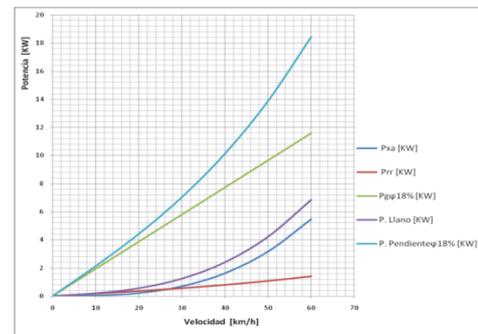


Ilustración 2 Potencia para producir movimiento a biplaza eléctrico.

IV. DIMENSIONAMIENTO DEL GRUPO PROPULSOR

Para el dimensionado del motor eléctrico y la relación de transmisión necesaria en el biplaza, hay que estudiar las siguientes situaciones

- Máximo desnivel, pendiente del 18%, presente en algunos sectores de la ciudad, a una circulación media de 20 km/h.
- Velocidad crucero, La velocidad máxima del vehículo no puede ser menor a 50 Km/h. Velocidad necesaria para circular por la ciudad.

Pendiente Máxima:

Será desfavorable cuando el biplaza se encuentre a plena carga, de este modo se realiza los cálculos con el máximo, una presión de los neumáticos de 2,5 BAR, pendiente de 10,2° y a una velocidad promedio de 20 Km/h con lo que se obtiene la

fuerza total que se opone al avance del biplaza mediante la ecuación siguiente:

$$F_i = R_r + R_g + R_{xa} \quad [\text{Ec. 6}]$$

$$F_i = (11,052 + 695,15 + 27,76) \text{ N}$$

$$F_i = 733,96 \text{ [N]}$$

Velocidad Crucero:

Esta velocidad se la consigue con el mínimo de ocupación posible del vehículo, es decir con un ocupante al que se le estima un peso medio de 75 Kg, con una presión del neumático de 2.5 Bar a una velocidad máxima de 60 km/h, con lo que se obtiene la fuerza total que se opone al avance del biplaza mediante la ecuación siguiente:

$$F_i = R_r + R_g + R_{xa} \quad [\text{Ec. 7}]$$

$$F_i = (83,97 + 0 + 249,87) \text{ N}$$

$$F_i = 333,84 \text{ [N]}$$

V. CRITERIO DE SELECCIÓN DE MOTOR ELECETRICO, CONTROLADOR ELECTRONICO Y BATERIAS.

Criterio de selección de motor eléctrico:

Los parámetros relevantes para considerar el motor eléctrico, son la potencia y torque, para el biplaza eléctrico son necesarios los indicados en la tabla siguiente:

Tabla.6. Fuerzas Resistentes a vencer

Criterios	Pendiente máxima	Velocidad crucero
Fuerza resistente al movimiento	733,96 [N]	333,84[N]

Al aplicar la ecuación 8, se obtiene el valor de la potencia requerida para el motor en condiciones de pendiente máxima, ya que en este escenario se requiere el mayor desempeño del motor.

$$P_m = F_i * V_{max} \quad [\text{Ec. 8}]$$

Dónde:

Pm=Potencia calculada para el motor [W]

Fi= Fuerza resistente al avance [N]

Vmax= Velocidad máxima [m/s]

$$P_c = 733,96 \text{ N} * 5.55 \text{ m/s}$$

$$P_c = 4077,55 \text{ W} = 4,077 \text{ KW}$$

Los motores eléctricos tienen una eficiencia aproximada de 80 a 90 %, para lo cual se aplica la ecuación 3.22, considerando una eficiencia de 80%.

$$P_{mr} = \frac{P_c}{\text{Eficiencia}} \quad \text{Ec.9]$$

$$P_{mr} = \frac{4077,55 \text{ KW}}{0,8}$$

$$P_{mr} = 5096,9 \text{ [W]} \\ = 5,096 \text{ [KW]}$$

El motor seleccionado para la implementación en el prototipo cumple los parámetros planteados en cuanto a potencia y torque, el motor tiene una potencia de 7.5 kW y un torque de 650Nm a 2500 rpm, con una eficiencia del 80%, cumple también con las dimensiones dispuestas en el diseño del bastidor, alojándose sin ningún problema en el habitáculo; así mismo al contar con una carcasa robusta, cumple con la exigencia de ser resistente a los factores externos.



Ilustración 3 Motor DC 7.5KW

Criterio de selección de Controlador:

Se consideró dos tipos controladores para la selección de acuerdo al motor seleccionado, los mismos que fueron evaluados según sus características mediante la siguiente matriz de selección.

Tabla.7. Matriz de selección de controlador

Ponderación	Criterio de selección	4qd-200-36/48	Golden motor hpc300
1	Procedencia	10	8
1	Geometría	10	9
2	Voltaje	10	9.5
2	Amperaje nominal	9	1.8
2	Amperaje pico	9	1.8
0.5	Peso	10	0.5
0.5	Precio	8	0.4
1	Eficiencia	10	1
	Resultado	9.5	9.5

El controlador seleccionado es el 4 QD-200 con una puntuación de 9.5 sobre 10, según la matriz de selección de controlador, cumpliendo con los requerimientos necesarios para el funcionamiento en el biplaza.



Ilustración 4 Controlador electrónico 4 QD-200

Criterio de selección de baterías:

Se consideró tres tipos de baterías para la selección de acuerdo al motor y controlador seleccionado, los mismos que fueron evaluados de igual manera mediante una matriz de selección.

Tabla.8. Matriz de selección de baterías

Ponderación	Criterio de selección	Bosch	Ecuador	Hd series battery
1	Geometría	9	10	8
2	Voltaje	10	10	10
2	Amperaje nominal	7	7	10
2	Descarga máxima	8	8.5	10
1	Densidad energética	9	8	10
1	Peso	9	10	8
1	Precio	10	9	8
	Resultado	9	8.7	8.9

La batería seleccionada es HD SERIES BATTERY con una puntuación de 9.4 según la matriz de selección de baterías



Ilustración 5 Batería Seleccionada

VI. CALCULO DE TRANSMISION CVT

La transmisión está compuesta básicamente por tres elementos, los mismos que son una polea conductora, una polea conducida y una banda de transmisión. Por tal motivo para realizar los cálculos referentes a la transmisión CVT se efectuó como una transmisión por banda; por lo tanto los cálculos correspondientes fueron realizados en relación a este tipo de transmisión. A continuación se ilustra una tabla de resumen de los cálculos obtenidos:

Tabla. 9. Tabla de resumen de cálculos CVT

Impulsor	Motor DC 7.5 KW
Salida de Potencia	Propulsión de Vehículo
Servicio h/día	6
Velocidad del motor	800 rpm
Potencia de eje	4,55 KW
Relación de transmisión por banda	3,56
Relación de transmisión por cadena	1,625
Velocidad angular de catarina	43,41 rad/seg
Factor de Servicio	1,5
Potencia de diseño	9,65 HP
Longitud de paso	780,62 mm
Diámetro de polea motriz	50 mm
Diámetro de polea Inducida	178 mm
Tipo de banda	Banda ranurada 3 VX

VII. DISEÑO MECANICO

En lo que corresponde a diseño mecánico corresponde al análisis estático del soporte del motor, soporte de conjunto de retro, eje trasero y las chumaceras del sistema de propulsión. Para esta sección se utilizó el software INVENTOR y ANSYS.

Soporte de Motor:

Teniendo en consideración todos los requerimientos para el soporte, se hace uso de herramientas CAD, que proporcionan una idea clara y exacta de un modelado y seguidamente se lo transporta al software CAE para su respectivo análisis.

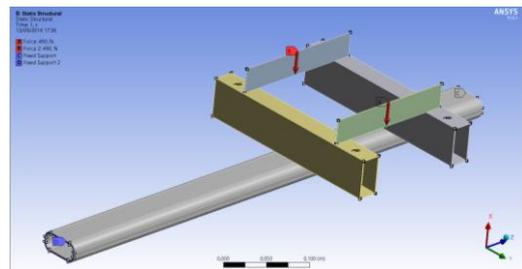


Ilustración 6 base de motor sometida a carga.

Con el software CAE se puede realizar varias pruebas entre las cuales se obtiene los siguientes resultados:

Tabla. 10. Factor de Seguridad

Factor de Seguridad Mínimo	3.3
-----------------------------------	------------

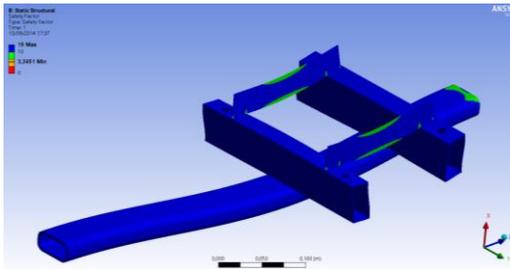


Ilustración 7 Factor de seguridad de base motor

Tabla. 11. Tensión equivalente (Von Mises)

Tensión equivalente Máxima obtenida	74,292 MPa
Límite de fluencia acero ASTM A36	250 MPa

Tabla. 12. Deformación total.

Deformación total máxima	0.00015544 m
Deformación total mínima	0 m

Eje trasero:

De la misma manera que se realizó para el análisis estático de la base del motor se procedió con el eje trasero, de las pruebas realizadas se obtuvieron los resultados mostrados en las tablas siguientes:

Tabla 13. Deformación total de eje trasero

Deformación total máxima	0.0000515 m
Deformación total mínima	0 m

Tabla 14. Tensión equivalente (Von Mises) de eje trasero.

Tensión equivalente Máxima obtenida	57,489 MPa
Límite de fluencia acero ASTM A36	250 MPa

Tabla 15. Factor de seguridad de eje trasero

Factor de seguridad mínimo	4,34
----------------------------	------

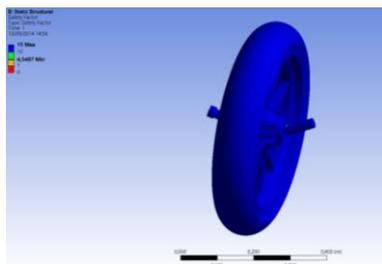


Ilustración 8 Factor de seguridad de eje trasero

VIII. IMPLEMENTACION DE COMPONENTES DE TREN MOTRIZ

Mediante análisis matemáticos y herramientas informáticas, finalmente concluye la definición de los componentes del tren motriz y las respectivas bases que sujetaran todos los elementos a implementarse.

Utilizando medidas de seguridad industrial y buen manejo de herramientas y maquinaria, se procede primero con la construcción de los elementos mecánicos como lo son los soportes de motor y conjunto de retro y las chumaceras.



Ilustración 9 Chumacera.



Ilustración 10 Base Motor.

Se procede con el ensamble de los componentes mecánicos del tren motriz, como lo son el motor eléctrico, el conjunto de poleas de la transmisión CVT y el inversor de giro.



Ilustración 11 Conjunto mecánico-Tren motriz

Estando ya fijos y asegurados los componentes del tren motriz en el habitáculo, se procede con la instalación de la cadena de transmisión.



Ilustración 12 Instalación de cadena de transmisión.

Terminada la implementación de la parte mecánica, se procede con la parte eléctrica, el cual está conformado por el controlador y sus accesorios como también las baterías.

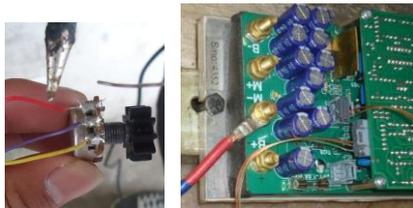


Ilustración 13 Instalación de controlador electrónico y accesorios



Ilustración 14 Instalación de baterías y cableado de alta.

IX. PRUEBAS Y RESULTADOS

El desempeño del biplaza se lo determino mediante las siguientes pruebas realizadas:



Ilustración 15 Vehículo eléctrico biplaza plegaba

Prueba de aceleración

La prueba consistía en determinar la velocidad del biplaza eléctrico en la que llega al punto final, para lo cual se aplica la ecuación 9, así como también el tiempo empleado en recorrer la distancia

establecida(100m), en lo que se obtuvo los siguientes resultados:

$$v = \frac{d}{t} \quad [\text{Ec. 9}]$$

$$v = \frac{100\text{m}}{15,2 \text{ seg}}$$

$$v = 6,58\text{m/seg} = 23,68 \text{ Km/h}$$

Para determinar la aceleración empleada en este recorrido del biplaza, se aplica la ecuación 10

$$a = \frac{v_f - v_0}{t_2 - t_1} \quad [\text{Ec. 10}]$$

$$a = \frac{6,58\text{m/seg} - 0}{15,2 \text{ seg} - 0}$$

$$a = 0,432 \text{ m/seg}^2$$

Mediante la prueba de aceleración realizada se puede determinar que la aceleración máxima del vehículo eléctrico biplaza plegable es de 0,432 m/s².

Pruebas en recta

En las tablas presentadas a continuación indica los datos obtenidos de las pruebas en recta de baja, media y plena carga respectivamente, en cada una de ellas se observa el voltaje de las baterías y el amperaje consumido por el motor de acuerdo a la posición del pedal del acelerador.

Tabla 16. Resultado prueba en recta baja carga

Porcentaje de posición de acelerador [%]	Voltaje [A]	Amperaje [A]
5	48,4	50
10	47,2	57,3
15	46,7	65,9
20	45,9	73,1
25	45,1	80,1

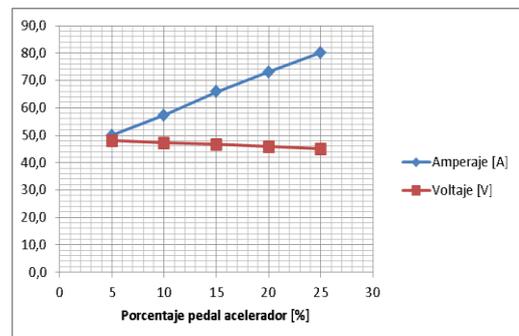


Ilustración 16 Resultado prueba en recta baja carga

Tabla 17. Resultado prueba en recta a media carga

Porcentaje de posición de acelerador [%]	Voltaje [V]	Amperaje [A]
30	47,9	55,4
35	46,3	69,5
40	45,2	78,2
45	44,3	89,4
50	42,5	115,4

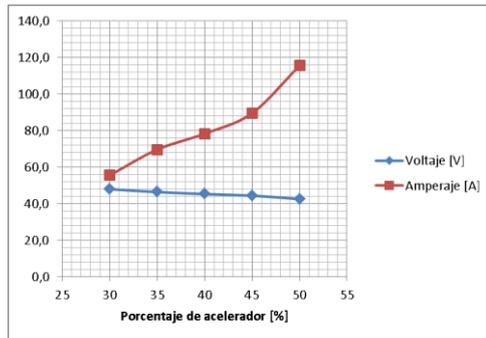


Ilustración 17 Resultado prueba en recta media carga

Tabla 18. Resultado prueba en recta a toda carga

Porcentaje de posición de acelerador [%]	Voltaje [V]	Amperaje [A]
60	47,9	118,2
70	46,3	122,4
80	45,2	137,8
90	44,3	141,4
100	42,5	150,0

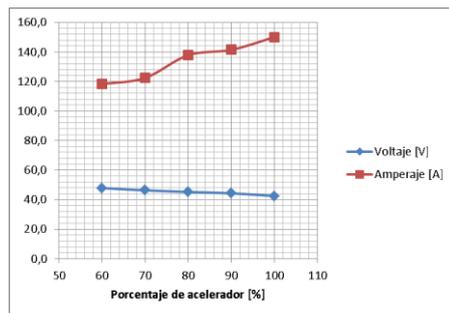


Ilustración 18 Resultado prueba en recta alta carga

Al realizar estas tres pruebas se pudo determinar que a medida que la posición del pedal del acelerador varía, el voltaje y la intensidad de corriente también varían directa e inversamente respectivamente, es decir, mientras el pedal de acelerador va en dirección a cien por ciento, el voltaje disminuye siendo así una relación inversamente proporcional; por lo contrario en la intensidad de corriente, llega a ser una relación directamente proporcional.

El consumo mínimo fue de 50A, mientras que el máximo fue de 150 A. de igual manera el voltaje es de 48V Y 42,5v como máximo y mínimo respectivamente.

Prueba de autonomía

En esta sección cabe recalcar que la autonomía del biplaza está relacionada directamente con las características de las baterías seleccionadas.

Para su cálculo matemático, se utiliza la siguiente ecuación:

$$\text{Autonomía} = \frac{C_{\text{Batería}} \cdot V_{\text{promedio}}}{C_{\text{promedio}}} \quad [\text{Ec. 11}]$$

Donde:

C batería= Capacidad de la batería

V promedio= Velocidad promedio

C promedio= Consumo promedio

$$\text{Autonomía} = \frac{100 [\text{Ah}] * 35[\text{Km/h}]}{100[\text{Ah}]}$$

Autonomía= 30 Km

La autonomía dependerá también de las condiciones de manejo del conductor, de su peso, también de las condiciones de la pista, su grado de pendiente será un factor importante a tomar en cuenta, ya que el biplaza es enfocado directamente para zonas urbanas, centros históricos, donde que exista una pista asfaltada, y no exista pendientes pronunciadas.

Se pudo comprobar que el cálculo teórico establecido, concuerda con lo práctico, ya que al efectuar la prueba de ruta a baja y mediana carga, el biplaza pudo recorrer 31km.

X. CONCLUSIONES.

- Se diseñó e implementó el tren motriz conformado por un motor eléctrico, transmisión CVT y el controlador electrónico, haciendo uso del análisis matemático y herramientas informáticas.
- Los elementos mecánicos al tener un valor de 2 a 3,5 de factor de seguridad hacen que el diseño sea viable, por lo cual se procedió a la construcción de los mismos.
- Se ha determinado que las revoluciones máximas a la que está expuesto el motor eléctrico para que el biplaza eléctrico

- alcance una velocidad lineal de 40 Km/h es de 800 rpm.
- Con ayuda de los análisis técnicos y matemáticos, se ha podido dimensionar correctamente los elementos que conforman el tren motriz; el motor, transmisión y de más elementos necesarios para el movimiento del biplaza eléctrico.
 - Se ha seleccionado adecuadamente los elementos eléctricos, tales como el controlador electrónico, las baterías, acelerador y elementos de conexión de alto y bajo amperaje; ya que de este último depende el calibre de los conductores de corriente eléctrica.
 - El controlador electrónico, al contar con tres partes de calibración, se ha modificado tanto para la respuesta del acelerador, como también para el requerimiento de torque o velocidad para que la funcionalidad del biplaza eléctrico sea óptimo.
 - Se determinó que las baterías es el factor limitante en los vehículos eléctricos y por ende en el proyecto realizado, por lo cual si se necesita mayores prestaciones, se deberá utilizar baterías de mayor capacidad y calidad, tomando en cuenta el precio, ya que están relacionadas directamente con este factor.
 - El vehículo eléctrico, al ser enfocado para una zona urbana, su desempeño ha cumplido con las expectativas propuestas, ya que alcanza una velocidad aproximada de 40 Km/h, suficiente para movilizarse en sectores urbanos, centros históricos o demás sectores que requieran cumplir con el reglamento general para la aplicación de la ley orgánica de transporte terrestre, tránsito y seguridad “de los límites de velocidad” (Capítulo V Art, 192)

XI. REFERENCIAS

1. EHSANI, M., GAO, Y., & EMADI, A. (2010). Modern Electric, Hybrid Electric, and Fuel Cell Vehicles. Florida: Taylor y Francus Group.
2. ABATTA, L., & MOYA, P. (2013). Diseño, adaptación y conversión de una motocicleta de 100cc a gasolina en eléctrica. ESPE: Sangolqui.
3. AMARILLA, J. M. (2011). Baterías recargables avanzadas para vehículos eléctricos. En Guía del vehículo eléctrico (págs. 119-129). Madrid.
4. ALVARES VERA, L. (2007). Ingeniería del automóvil. Madrid.
5. MOTT, R. L. (2006). Diseño de elementos de máquinas. México: Pearson Educación.
6. FONT, J., & DOLS, J. (2006). Tratado sobre automóviles. Madrid.
7. ESQUIVEL TAPIA, D. R. (2008). Diseño Mecánico de una Transmisión CVT Media Toroidal (Doctoral dissertation).

BIOGRAFÍAS



Edisson I. Chuquiana C, nació en la ciudad de Ambato - Ecuador actualmente egresado de la carrera de Ingeniería Automotriz en la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE. Actualmente presta sus servicios en la Importadora Alvarado de la ciudad de Ambato - Ecuador, con el cargo de Jefe de Ingeniería y Calidad.



Guido Torres, nació en Alausí provincia de Chimborazo. Se graduó como Ingeniero Mecánico en la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo – Ecuador, cuenta con un Magister en Docencia y Administración Educativa en la Universidad Tecnológica Indoamérica de Ambato – Ecuador, Magister en Gestión de Energía en la Universidad Técnica de Cotopaxi. Actualmente se desempeña como docente del departamento de ciencias de la Energía y Mecánica, en el área de Diseño y Mecánica Computacional de la Universidad de la Fuerzas Armada ESPE en la ciudad de Latacunga.



Freddy W. Salazar P, Salazar Freddy, nació en Latacunga provincia de Cotopaxi en Ecuador. Es graduado de la Escuela Politécnica del Ejército extensión Latacunga, Latacunga –Ecuador en Ingeniería Electromecánica en el año 2008 y cuenta con un masterado en Gestión de la Energía de la Universidad Técnica de Cotopaxi Latacunga – Ecuador. Actualmente es docente del Departamento de Eléctrica y Electrónica de la Universidad de las Fuerzas Armadas “ESPE” en la ciudad de Latacunga Ecuador.