

DISEÑO, ADAPTACIÓN Y CONVERSIÓN DE UNA MOTOCICLETA DE 100 C.C. A GASOLINA EN ELÉCTRICA

DESIGN, ADAPTATION AND CONVERSION OF A MOTORCYCLE 100 CC TO GASOLINE IN ELECTRICAL

Escuela Politécnica del Ejército. Sangolquí - Ecuador—Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica – Carrera de Ingeniería Mecánica

Lenin Abatta Jácome, Paúl Moya Llano – Mail: raj_lenin_abatta@hotmail.com, paul_sant27@hotmail.com– Contactos: 0997031024, 0989092579

RESUMEN

Al ser la contaminación de los automotores muy alta en nuestra ciudad, nace la idea de convertir una motocicleta a gasolina en eléctrica, la cual mejoraría la calidad del medio ambiente, sin contaminación, sin ruido y con bajo costo de operación.

Se selecciona un prototipo, el más contaminante y más empleado en la ciudad de Quito, la Motocicleta Suzuki Ax100 que tiene un motor de 2 tiempos.

Mediante un análisis físico, mecánico y eléctrico, se determina la capacidad requerida por el motor a utilizar, también se seleccionan partes y componentes necesarios para la conversión, así como implementación del nuevo sistema eléctrico.

PALABRAS CLAVES: contaminación, convertir, Motocicleta eléctrica, análisis físico, mecánico y eléctrico

ABSTRACT

The contamination of the vehicles is higher in our city, the idea to convert a gasoline motorcycle to electric, which would improve the quality of the environment, without contamination, without noise, low operating cost.

The prototype selected is the most contaminant and most used in Quito, the Suzuki Ax100 Motorcycle because has a 2-stroke engine.

By physical, mechanical and electrical analysis we can determine the capacity required by the engine to use, also selected parts and components required for the conversion and implementation of the new electrical system.

KEY WORDS: contamination, convert, electric motorcycle, physical, mechanical and electrical analysis.

INTRODUCCIÓN

Las motocicletas han sido una aparente solución al tráfico existente en la ciudad de Quito, pero al poseer un motor de

combustión interna, emiten sustancias contaminantes al medio ambiente.

En la ciudad de Quito alrededor del 5% del parque automotor (450.000 vehículos hasta Noviembre 2012) son motocicletas, es decir,

alrededor de 22500 de estas circulan por las calles de Quito, por lo tanto son un grupo importante en la contaminación del medio ambiente.

La contaminación ambiental se define como la presencia en el ambiente de cualquier agente (físico, químico o biológico) o bien de una combinación de varios agentes en lugares, formas y concentraciones tales que sean o puedan ser nocivos para la salud, la seguridad, el bienestar de la población, también que puedan ser perjudiciales tanto para la vida vegetal como la animal, o impidan el uso normal de las propiedades, lugares de recreación y goce de los mismos.

ANÁLISIS DE REQUERIMIENTO DE POTENCIA

El prototipo empleado es una motocicleta Suzuki Ax-100, año de fabricación 2009 y las siguientes características:

- Motor: Mono cilíndrico 2 refrigerado por aire
- Cilindrada: 98 c.c.
- Relación de Compresión: 6.6 : 1
- Potencia Max.: 10 hp a 7.500 rpm
- Torque Max.: 0.99 Kg-m a 6.500 rpm
- Arranque: Patada
- Caja: 4 Velocidades
- Sistema Eléctrico: 6 voltios
- Peso vacío: 82 Kg. En seco
- Velocidad Máxima: 100 Km/h
- Consumo: 120Km/Gl



El motor a gasolina de 2 tiempos cuenta con una potencia de 10 hp y un torque máximo de 0.99 kg-m, que es suficiente para mover la

motocicleta utilizando una caja reductora de velocidad, que tiene las siguientes especificaciones:

SISTEMA DE CAMBIO DE VELOCIDAD	
Embrague	Estilo mojado, múltiples placas
Aparato cambio de velocidad	Cambio rueda dentada de 4 velocidades
Relación velocidad inicial	3.125
Relación velocidad última	3.000
Relación ruedas velocidad 1	2.909
Velocidad 2	1.800
Velocidad 3	1.277
Velocidad 4	0.954
Cadena de transmisión	08MB-1-112 ó producto nacional CHAOHUI 428, 112 eslabones

Ejemplo de cálculo de requerimiento de potencia.

Peso de la motocicleta eléctrica con el conductor

$$W := 440.925 \text{ lb}$$

Fuerza por ascenso de pendientes

Pendiente del 10%

$$\phi := 5.71 \cdot \frac{\pi}{180} = 0.1$$

$$F_h := W \cdot \sin(\phi) = 43.869 \text{ lb}$$

Fuerza por acción aerodinámica

Coefficiente de fuerza aerodinámica

$$C_d := 0.60$$

Área frontal de la motocicleta

$$A := 4.15 \text{ Ft}^2 \text{ área frontal con el conductor}$$

Velocidad de la motocicleta eléctrica

$$V := 40 \text{ mph}$$

Fuerza por acción aerodinámica

$$F_d := \frac{(C_d \cdot A \cdot V^2)}{391} = 10.189 \text{ lb}$$

Viento relativo por fuerza aerodinámica

$$w_1 := 15 \text{ mph}$$

$$C_{rw} := 1.6$$

$$C_w := \left[0.98 \cdot \left(\frac{w_1}{V} \right)^2 + 0.63 \cdot \left(\frac{w_1}{V} \right) \right] \cdot C_{rw} - 0.4 \cdot \left(\frac{w_1}{V} \right) = 0.449$$

Fuerza por acción a la resistencia de rodadura

Factor de resistencia a la rodadura

$$C_2 := 0.02 \text{ superficies medias, menor calidad que el concreto}$$

$$F_r := C_2 \cdot W \cdot \cos(\phi) = 8.775 \text{ lb}$$

$$F_t := F_h + F_d + F_r + F_r \cdot C_w = 66.769 \text{ lb}$$

Potencia necesaria

$$H_p := \frac{(F_t \cdot V)}{375} = 7.122 \text{ Hp}$$

$$K_w := H_p \cdot 0.745999 = 5.313 \text{ Kw}$$

Torque requerido en la rueda

$$V = 40 \text{ mph}$$

Diámetro de la rueda

$$Dia := 23 \text{ plg}$$

Perímetro de la rueda

$$Per := Dia \cdot \pi \cdot (0.0254) = 1.835$$

Torque requerido

$$\text{Torque} := Ft \cdot \frac{Dia}{2 \cdot 12} = 63.987 \text{ Lb} \cdot \text{pie}$$

$$\text{TorqueNm} := \text{Torque} \cdot 1.383 = 88.493 \text{ Nm}$$



SELECCIÓN DEL MOTOR

Los motores para vehículos eléctricos en este caso una motocicleta eléctrica será de corriente continua, ya que los motores de corriente alterna son de altas potencias y de alto costo debido al sistema inversor de corriente.

En el análisis físico se determina que el motor eléctrico debe tener una potencia de 5Kw, y un torque máximo de 88Nm, tomando en cuenta la geometría, resistencia a agentes externos, peso, eficiencia, con lo cual se puede plantear una matriz con los motores que más se ajustan a los requerimientos.

Criterio de evaluación	Ponderación	Golden Motor	Mars electric LLC	LMC
Geometría	0,1	8	8	5
Potencia	0,3	10	6	10
Torque	0,2	8	4	9
Resistencia Agentes Ext.	0,05	9	7	8
Peso	0,1	6	5	6
Precio	0,15	8	6	2
Eficiencia	0,1	9,1	9	8,3
Resultado	1	8,56	6,05	7,43

En donde seleccionamos la marca Golden Motor HPM5000L con una puntuación de 8,56.



SELECCIÓN DEL CONTROLADOR

El controlador es un componente muy importante de la motocicleta eléctrica, es el que mueve el motor, este debe ser lo más compacto y eficiente, ya que, el espacio en las motocicletas es limitado.

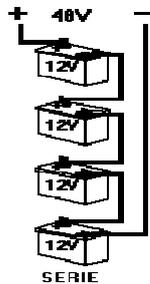
El controlador también debe ser compatible con el motor seleccionado, Golden Motor HPM-5000L que es de tipo BLDC síncrono de corriente continua, y además debe ajustarse con los siguientes parámetros que forma la matriz de selección:

Criterio de evaluación	Ponderación	Golden Motor	Golden Motor	Golden Motor
Modelo		HPC300	HPC500	HPC700
Geometría	0,1	9	8	7
Voltaje	0,3	10	10	10
Amperaje nominal	0,2	9	5	3
Amperaje pico	0,05	9	5	3
Peso	0,1	10	8	4
Precio	0,15	8	5	3
Eficiencia	0,1	9,8	9,8	9,8
Resultado	1	9,33	7,58	6,28

En donde seleccionamos el controlador HPC 300 con una puntuación de 9,33.

SELECCIÓN DE BATERÍAS

Partiendo de los datos del motor y controlador el banco de baterías en conjunto deberá proporcionar 48 Voltios, y 125 Ah, debido a que el motor consume 6045 W y entrega 5149 W, además de 220 W, por accesorios eléctricos (focos, pito, direccionales, bomba de refrigerante).



En el mercado nacional las baterías que más se ajustan al requerimiento de la motocicleta eléctrica son las baterías de autos, las cuales tienen 12 voltios, es decir se deberá hacer una conexión de 4 baterías en serie.

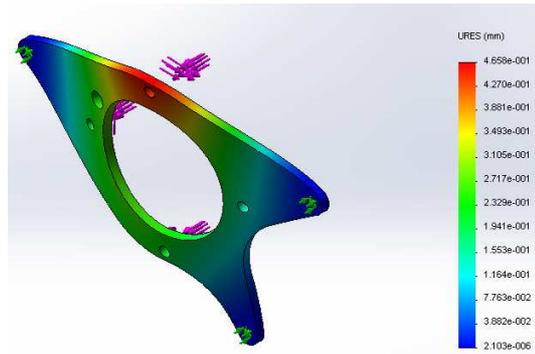
Se deberá tomar en cuenta que el peso de las baterías debe estar entre el 30% y 40% del peso total de la motocicleta, ya que, las baterías podrían aplastar la motocicleta.

Empleamos las baterías con mayor densidad energética, que es el caso de las baterías Mac como se puede apreciar en la siguiente matriz de selección:

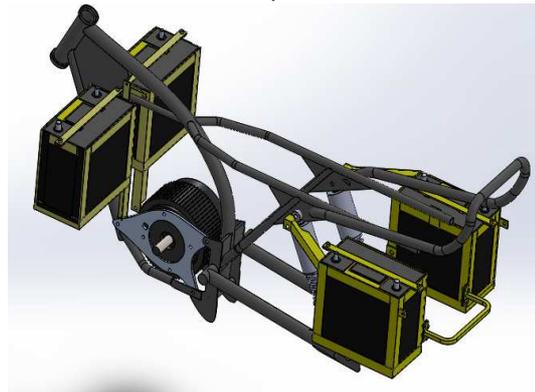
Criterio de evaluación	Ponderación	MAC	EQUADOR	BOSCH
Modelo		NS 60L 550	42 FULL EQUIPO	42 FULL EQUIPO
Geometría	0,05	8	7	7
Voltaje	0,1	10	10	10
Amperaje nominal	0,1	5	5	5
Descarga máxima	0,15	8	6	7
Tecnología	0,25	9	5	9
Densidad energética	0,3	9	6	7
Precio	0,05	6	9	8
Resultado	1	8,35	6,25	7,65

DISEÑO MECÁNICO

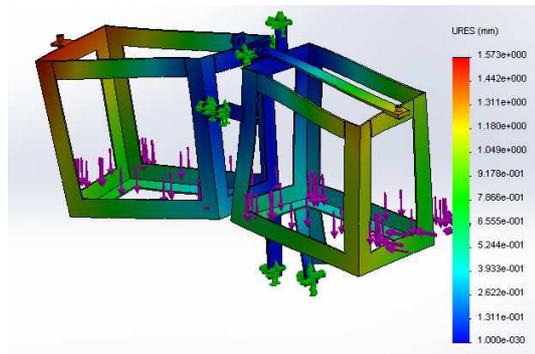
El diseño de nuevos componentes implica un estudio por análisis de elementos finitos, con lo cual podemos determinar los esfuerzos y desplazamientos.

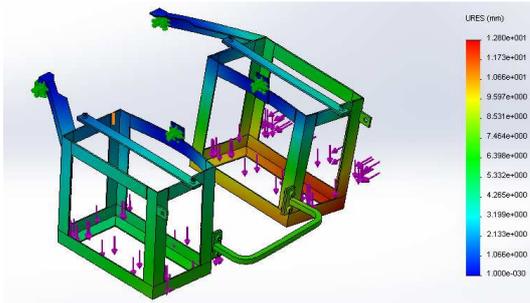


Análisis FEM Soporte del Motor



Ubicación de baterías en el chasis.





Análisis FEM Soporte de baterías

Además del análisis FEM, se hacen otros tipos de estudios como son:

- Análisis de vibraciones.
- Diseño térmico.
- Sistemas dinámicos.

DISEÑO ELÉCTRICO

En la Suzuki Ax 100 es necesario el cambio de sistema eléctrico de 6 a 12 voltios corriente continua. Para que la motocicleta con el nuevo motor eléctrico funcione es necesaria la implementación de un nuevo sistema eléctrico y la construcción del cargador.



Para cargar las baterías se necesita un cargador de 48 voltios y de 3 a 5,5 amperios, debido a que se realiza una carga lenta para obtener el 100% de la capacidad de las baterías además aplicando una carga lenta se alarga la vida útil.

CONCLUSIONES

- Los principales problemas para la conversión de la motocicleta a gasolina en eléctrica fueron el elevado costo de la importación del motor y controlador, además de baterías con baja densidad energética en Ecuador.
- Para aumentar la autonomía se ve necesaria la implementación de una mayor cantidad de baterías, las cuales traen como consecuencia un aumento de carga (peso) que aplastaría la motocicleta, impidiendo su normal funcionamiento, por la deformación excesiva de sus componentes.
- La motocicleta eléctrica es una alternativa para los problemas actuales de contaminación de la ciudad de Quito, la cual de una u otra manera necesita un menor índice de contaminación diaria, ya que el solo hecho de ser una ciudad con un excesivo parque automotor colapsa el aire respirado por los quiteños.
- La motocicleta eléctrica será el punto de partida para la nueva generación de vehículos eléctricos en la ciudad de Quito, que poco a poco, reemplazarán a los vehículos convencionales.
- Esta motocicleta eléctrica ha sido una creación ejemplar para que las generaciones futuras puedan desarrollar aún más tecnología a favor del medio ambiente.