

DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DEL BASTIDOR-CARENADO Y ACCESORIOS, DE UNA MOTOCICLETA ELÉCTRICA PLEGABLE, PARA AYUDAR A LA DESCONGESTIÓN VEHICULAR EN LA CIUDAD DE LATACUNGA, USANDO SOFTWARE CAD-CAE, CON MANUFACTURA ECUATORIANA.

Ing. Miguel Carvajal¹ / Ing. Stalin Mena² / Xavier Arias³

Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE
Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica
Quijano y Ordoñez y Marqués de Maénza s/n
Email: macarvajal@espe.edu.ec¹, jsmena@espe.edu.ec², axap66@gmail.com³
Latacunga – Ecuador

RESUMEN

El presente artículo muestra el diseño y construcción del bastidor de una motocicleta eléctrica plegable y la implementación de sus accesorios.

Se describen también las pruebas de diseño que se realizaron al bastidor mediante el software ANSYS WORKBENCH para determinar que el diseño es confiable y un protocolo de pruebas de funcionamiento de la motocicleta eléctrica plegable.

ABSTRACT

This paper presents the design and construction of a folding frame and implementation electric motorcycle accessories.

Design tests that were done to the frame via the ANSYS Workbench software to determine that the design is reliable and a testing protocol operation of the folding electric motorcycle are also described.

I. INTRODUCCIÓN

Al ser el Ecuador un país en desarrollo depende de cada uno de nosotros aportar en algo para la mejora y el crecimiento de la

patria en donde vivimos, y qué mejor si lo hacemos mediante la investigación y la tecnología. Los habitantes del Ecuador somos tan capaces como los de cualquier país tecnológicamente desarrollado pero si no intentamos y fallamos en el intento, nunca lograremos salir de esta monotonía de esperar que construyan algo para adquirirlo. ¿Por qué no ser nosotros quienes los construimos y ellos quienes lo adquieren?. Es así como se ha desarrollado este proyecto para incentivar la construcción de motocicletas eléctricas en el país, siendo ésta una necesidad latente en la actualidad, con la cual se pretende reducir niveles de contaminación ambiental y sonora, además diseñar un medio de transporte económico que reduzca la congestión vehicular y promueva la creación de un nuevo sistema de aparcamiento gracias al sistema de plegado que la motocicleta dispondrá. Este diseño se llevó a cabo con el propósito de que la estructura soporte las cargas existentes en la motocicleta. Además, las cargas se analizaron mediante las herramientas de diseño computacional, planteándonos como hipótesis los peores casos a los que se sometió el diseño. Esto, con el fin de garantizar la creación de un bastidor con altos parámetros de diseño

II. CONSIDERACIONES GEOMÉTRICAS

a. CONCEPTOS BÁSICOS DE DISEÑO DE UNA MOTOCICLETA

Cuando se realiza un proyecto de este tipo, normalmente se parte de un papel en blanco y se diseñan todos y cada uno de los elementos para ese diseño. Se partirá de un papel en blanco pero se tiene que incorporar en el diseño elementos que no han sido diseñados para esta moto y esto en algunas ocasiones complica el diseño de los elementos.

Hay que tener en cuenta la importancia de las geometrías de la motocicleta. Generalmente no es posible hablar de un solo aspecto de la geometría de una moto. Cada aspecto de la geometría interacciona con los otros y es, precisamente, la combinación de todo esto lo realmente importante. En este apartado se va a analizar cada parámetro. Dependiendo del uso que se le vaya a dar a una motocicleta hay ciertos parámetros que deben variar.

Estos parámetros son los siguientes:

- Distancia entre ejes
- Lanzamiento
- Avance
- Centro de gravedad
- Carenado.

b. PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS

Ahora, se procede a plantear alternativas de solución, de entre las cuales se escogerá la que más se acerque a las necesidades requeridas tomando como referencia las marcas de motos más reconocidas, esto con el fin de tener una idea del producto final, además se estudiarán los tipos de chasis para

determinar la estructura adecuada para la motocicleta.

ALTERNATIVA 1: MOTO TIPO KAWASAKI 250.



Figura 1 Kawasaki 250
Fuente: (Bottpower, 2014)

Esta motocicleta Kawasaki 250 mostrada en la figura 1 cuenta con la más alta tecnología en motos deportivas y gran recorrido en competencias de velocidad. Componentes como su chasis, suspensión, carenado, cuadro de mandos, frenos, todo en su conjunto consigue que incorpore todo su equipamiento imitando a todas las motos de esta marca que han logrado el título mundial.

CHASÍS TIPO DOBLE VIGA O DE VIGA PERIMETRAL

El chasis de doble viga o perimetral normalmente es fabricado en aluminio, dispone de dos vigas que unen la pipa de dirección con el alojamiento del eje del basculante, estas vigas laterales de elevada sección disponen de soportes inferiores a los que se une el motor de esta manera la estructura del chasis abraza perimetralmente al motor

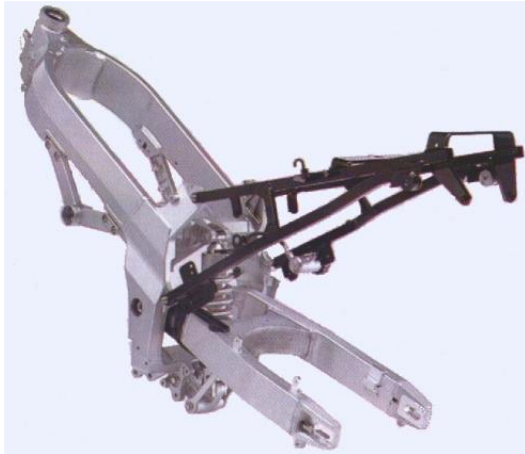


Figura 2 Chasis doble viga
Fuente: (Bottpower, 2014)

ALTERNATIVA 2: SUZUKI MARAUDER 125

Como se puede observar en la figura 3 la motocicleta SUZUKI MARAUDER 125 es de tipo custom



Figura 3 Suzuki marauder 125
Fuente: (Bottpower, 2014)

CHASÍS DE SIMPLE CUNA CERRADO

El chasis de simple cuna cerrado mostrado en la figura es aquel que dispone de perfiles en un solo plano vertical que parten desde el cabezal de dirección hasta la zona del eje del basculante, es decir, desciende un solo tubo desde la columna de dirección y pasa por debajo del motor formando una cuna.



Figura 4 Chasis de simple cuna
Fuente: (Bottpower, 2014)

ALTERNATIVA 3: YAMAHA DT 125

La DT 125 es una de las más exitosas entre las motocicletas Yamaha DT. La serie DT comenzó como respuesta de Yamaha Motor a la falta de motocicletas para uso fuera de carretera a finales de 1960. Se sabe que "DT" significa "tierra" o "sendero de tierra".

CHASÍS SIMPLE CUNA DESDOBLADO

En la figura 5 se muestra otra variante del chasis de simple cuna, en el que del cabezal de dirección desciende un único tubo pero que se desdobra delante o debajo del motor, llegando a la zona del eje del basculante trasero dos tubos.



Figura 5 Chasis de simple cuna
Autores: Arias, De La Cruz, Tutillo (2014)

Este tipo de chasis se utiliza habitualmente en motocicletas de campo y trail.

c. EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

De inicio se planteó 3 alternativas con la finalidad de escoger la apropiada para tomarla como referencia de partida.

En la siguiente tabla se analiza cual alternativa se adapta a los requerimientos y necesidades del proyecto:

CARACTERÍSTICAS DEL CHASÍS	Alternativas		
	1	2	3
Facilidad de Construcción		✓	✓
Liviano		✓	✓
Materiales de construcción económicos		✓	✓
Es posible instalar transmisión CVT		✓	✓
Dispone Espacio Delantero para implementar el Sistema de Plegado		✓	
Espacio para instalar baterías controladores y conexiones del motor eléctrico	✓	✓	✓
Diseño para dos ocupantes	✓	✓	✓
Diseñado para altas velocidades	✓		
Puntos a Favor	3	7	6

Tabla 3.1 Evaluación de alternativas
Elaborado por: Arias Xavier (2014)

A pesar de los costos elevados de construcción la alternativa 1 es una excelente opción si el proyecto tuviera como finalidad la construcción de una motocicleta para competición sometida regímenes altos de velocidad y esfuerzos, pero el presente proyecto pretende la creación de una motocicleta para uso urbano con límites de velocidad establecidos dentro de la ciudad.

Mediante la tabla claramente se puede ver que las Alternativas 2 y 3 se adaptan muy bien al presente proyecto en todos sus aspectos, pero se llega a la conclusión de escoger la alternativa 2 puesto que posee mayor espacio delantero para la instalación y funcionalidad del sistema de plegado de la motocicleta eléctrica a construirse

DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

Después de haber analizado las ventajas y desventajas de las propuestas anteriores se llegó a la conclusión de que el chasis de tipo cuna simple cerrado se acopla en todos los requerimientos al proyecto y se estima un peso aproximado de 20 kg del mismo

III. MODELACIÓN, SIMULACIÓN Y ANÁLISIS

a. DISEÑO MEDIANTE SOFTWARE AUTODESK INVENTOR

Una vez seleccionado el tipo de bastidor que se va a construir se necesita una potente herramienta para trazar las líneas base de la estructura, seleccionar el tipo de perfil y material a utilizar, para lo cual se usara el Software AUTODESK INVENTOR.

Posterior al diseño del chasis se realizará las simulación es de los esfuerzos a los cuales estará sometido el chasis tomando como hipótesis casos extremos de manejo, mediante el software ANSYS WORKBENCH

DISEÑO DEL CROQUIS DE LA ESTRUCTURA

Pese a haber escogido el chasis de tipo cuna simple cerrada se ha visto obligado a cambiar

gran parte de este diseño a fin de lograr adquirir espacio e instalar elementos importantes que constituirán la motocicleta como, transmisión CVT, baterías, motor eléctrico, y el basculante de tipo scooter, teniendo como resultado el bastidor mostrado en la figura 6.

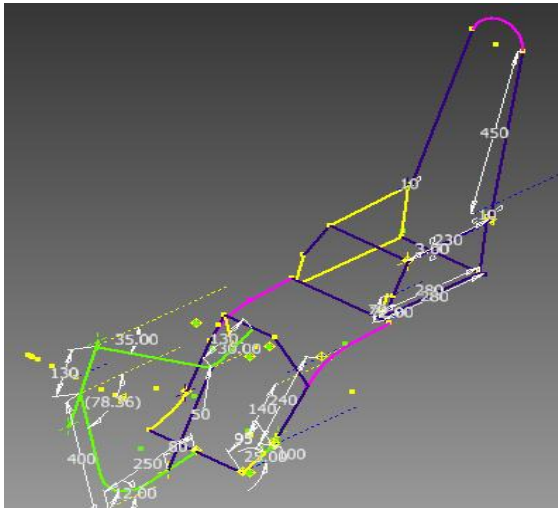


Figura 6 Croquis del bastidor
Diseñado por: Arias Xavier (2014)

ENSAMBLE DE LA MOTOCICLETA

Una vez diseñado el bastidor se procede a realizar el ensamble para ratificar la ubicación adecuada de sistemas como:

- Tren motriz
- Transmisión Cvt
- Mecanismo de plegado
- Dirección
- Suspensión

Obteniendo así el diseño mostrado en la figura 7

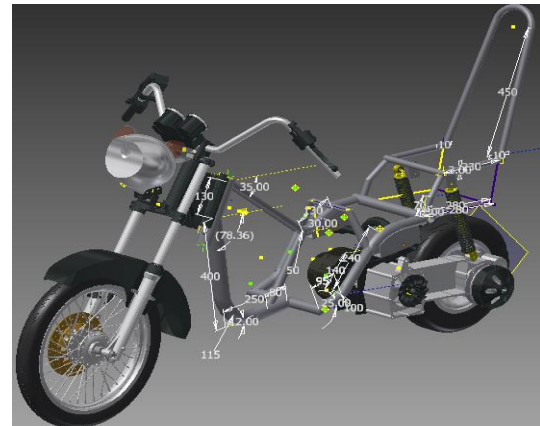


Figura 7 Ensamble de sistemas
Diseñado por: Arias, De La Cruz, Tutillo (2014).

b. ESFUERZOS SOBRE LA MOTOCICLETA Y SIMULACIÓN EN ANSYS WORKBENCH

Aquí se muestran las fuerzas que actúan sobre la estructura de la motocicleta cuando ésta se encuentra en instantes de máximo esfuerzo.

Es de vital importancia este apartado ya que es esencial tener bien planteadas las fuerzas resultantes para introducirlas posteriormente al ordenador y realizar el análisis por elementos finitos de manera que éste sea lo más exacto posible. Para empezar el estudio se deberán establecer una serie de parámetros estimados de geometría y peso. Estos valores se obtienen del diseño final mostrado en la figura 8

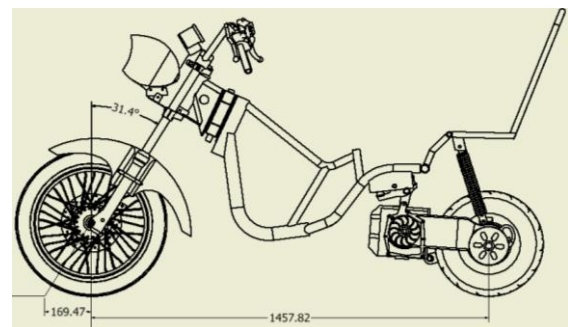


Figura 8 Cotas básicas
Diseñado por: Arias Xavier (2014)

ESFUERZOS EN FRENADA MÁXIMA

TRANSFERENCIA DE CARGA POR FRENADA DELANTERA.

Para este análisis se debe tener en cuenta la masa de la rueda trasera con sus componentes y se determina el valor de la aceleración de la masa suspendida que hace que la rueda trasera se despegue del suelo y por consiguiente se transfiere toda la carga hacia la parte delantera como se muestra en la figura 9

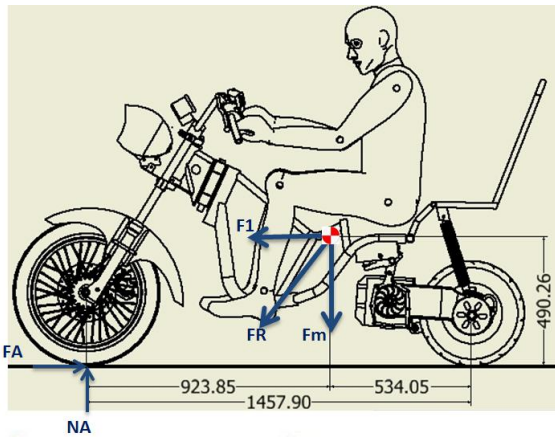


Figura 9 Fuerzas por frenada
Diseñado por: Arias Xavier (2014)

Mediante cálculos se determinó el valor de la fuerza resultante y su ángulo de aplicación

$$FR = 4573.2613 \text{ N}; \theta = 27.95^\circ$$

La figura muestra la ubicación de las fuerzas más grandes en el chasis, la flecha roja indica su dirección en este caso se dirigen hacia el frente por efecto de la frenada.

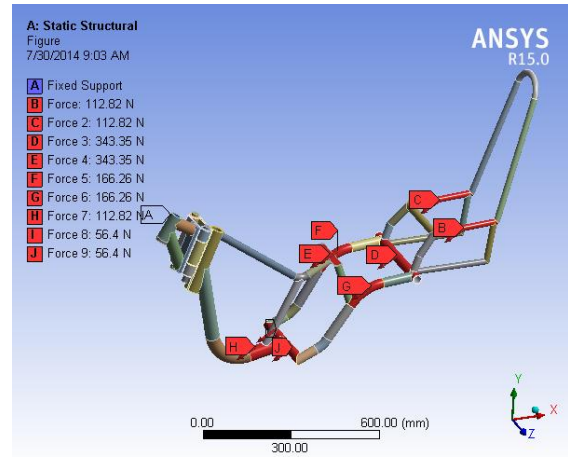


Figura 10 Fuerzas durante la frenada
Diseñado por: Arias Xavier (2014)

Se puede observar que el lugar donde todo el peso de la motocicleta está aplicado por acción del freno es el tubo que sostiene la dirección, tomando como ejemplo un caso extremo que difícilmente sucederá en la realidad, en la figura 11 el software muestra un factor de seguridad mínimo igual a 1.48, valor que supera el factor de seguridad recomendado para modelos probados contra experimentos igual a 1.3

Razón por la cual el diseño es seguro.

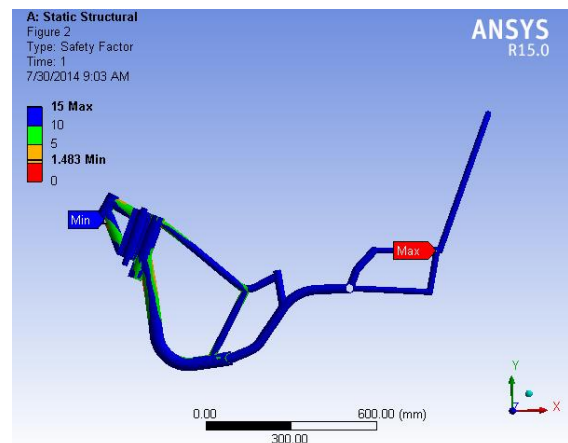


Figura 11 Factor de seguridad por prueba de frenada
Diseñado por: Arias Xavier (2014)

ESFUERZOS EN ACELERACIÓN MÁXIMA

TRANSFERENCIA DE CARGA POR ACELERACIÓN.

En este caso se analiza cuando la motocicleta acelera a tal punto que la rueda delantera deja de hacer contacto con el suelo por lo tanto toda la carga se transfiere a la rueda trasera como se muestra en la figura 12, motivo por el cual este caso es crítico

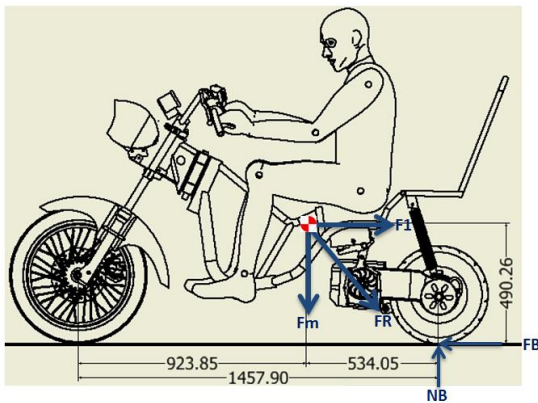


Figura 12 Fuerzas por aceleración
Diseñado por: Arias Xavier (2014)

La fuerza resultante tiene esta dirección debido a que por un momento la tracción que se crea entre la rueda trasera y el suelo trata de moverse hacia adelante mientras que la masa suspendida de la motocicleta incluyendo al piloto se quedan quietos lo que hace que se transfiera toda la carga hacia la parte trasera de la moto.

La figura 13 muestra la ubicación de las fuerzas más grandes en el chasis, la flecha roja indica su dirección en este caso se dirigen hacia atrás por efecto de la aceleración.

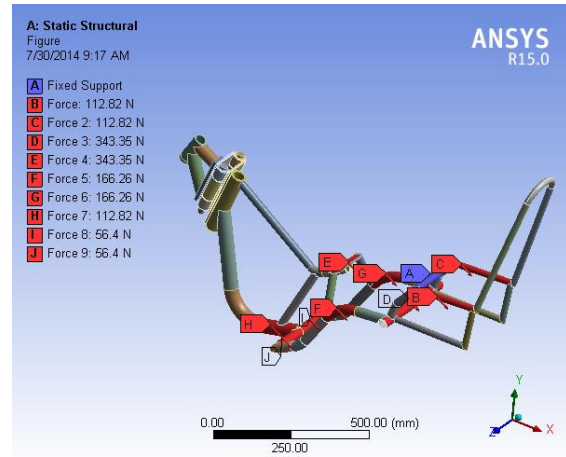


Figura 13 Fuerzas durante la aceleración
Diseñado por: Arias Xavier (2014)

La figura 13 muestra el punto de máximo esfuerzo soportado por la estructura para este caso extremo de aceleración está ubicado en los tubos que soportan el peso del piloto

El software muestra un factor de seguridad mínimo igual a 1.42 valor que supera el factor de seguridad recomendado para modelos probados contra experimentos igual a 1.3

Razón por la cual el diseño es seguro.

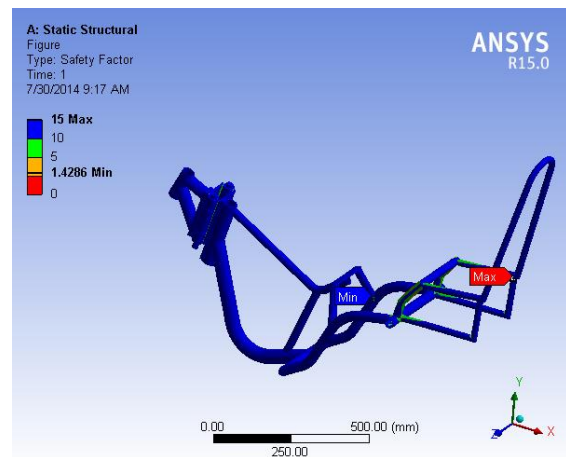


Figura 14 Factor de seguridad por prueba de aceleración
Diseñado por: Arias Xavier (2014)

ESFUERZOS EN CURVA

Todos los que han conducido una motocicleta saben que cuando entran a una curva se debe inclinar la motocicleta para contrarrestar el efecto de la fuerza centrífuga producto del cambio de dirección como se muestra en la figura 15.

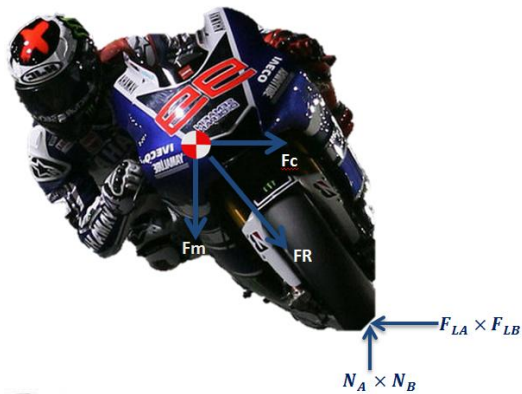


Figura 15 Fuerzas generadas en una curva
Fuente: Diseño y construcción de una motocicleta deportiva

En la figura 16 se muestra la simulación de como las cargas se ubican cuando la motocicleta toma una curva con inclinación al lado izquierdo, tomando como puntos fijos los soportes de los neumáticos tanto delantero como trasero.

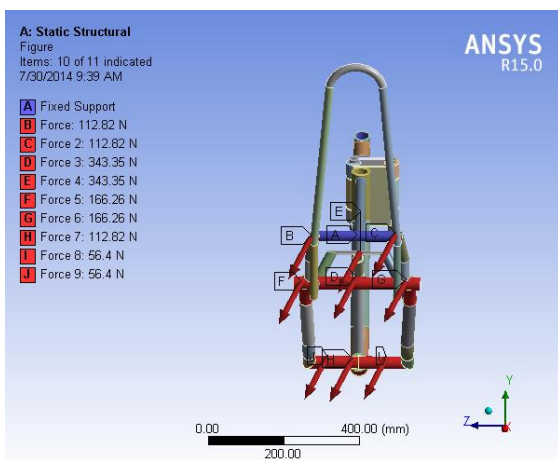


Figura 16 Ubicación de fuerzas en una curva
Diseñado por: Arias Xavier (2014)

Esta opción de ANSYS nos es de vital importancia para determinar el factor mínimo de seguridad en el bastidor que en este caso está ubicado en el tubo que se une a la suspensión trasera.

En la figura 17 el software muestra un factor de seguridad mínimo igual a 3.58 valor que supera el factor de seguridad recomendado para modelos probados contra experimentos igual a 1.3

Razón por la cual el diseño es seguro.

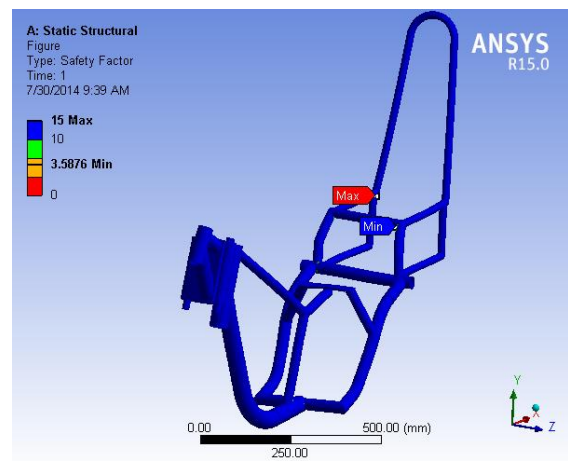


Figura 17 Factor de seguridad en la prueba de curvatura
Diseñado por: Arias Xavier (2014)

IV. CONSTRUCCIÓN DEL BASTIDOR Y MONTAJE DE ELEMENTOS

a. CORTE, DOBLADO Y MAQUINADO DE LOS TUBOS

El proceso de corte de tubos se lo realizo siguiendo los planos extraídos del software de modelación para cada caso como se muestra en la figura 18



Figura 18 Herramienta para corte de tubos
Autores: Arias, De La Cruz, Tutillo (2014).

En la figura 19 se muestra el diseño del bastidor que posee tubos con forma curva, para lo cual se procedió a doblarlos hasta obtener los resultados esperados en cada caso.



Figura 19 Tubo frontal del bastidor doblado
Autores: Arias, De La Cruz, Tutillo (2014).

Una vez que se ha finalizado los trabajos de unión para platinas y tubos se procede a la soldadura, en este caso soldadura SMAW como se muestra en la figura 20



Figura 20 Unión de bases de batería
Autores: Arias, De La Cruz, Tutillo (2014).

b. MONTAJE DEL BASTIDOR

El bastidor fue construido con los requerimientos que se planteó en el proyecto, tales como dimensiones y resistencias

En la figura 21 se muestra la primera apariencia que tomo el diseño montando algunos sistemas como suspensión, dirección y plegado



Figura 21 Bastidor con suspensión y dirección
Autores: Arias, De La Cruz, Tutillo (2014).

c. IMPLEMENTACIÓN DE ACCESORIOS

La disponibilidad de accesorios en una motocicleta más allá de un lujo se ha convertido en una necesidad debido a que estos en muchas ocasiones sirven para brindar una conducción segura al motociclista, a continuación se enumeran los accesorios que se implementó en la motocicleta eléctrica:

- luces frontales
- luces traseras
- tablero indicador
- voltímetro
- bocina
- retrovisores

Muchos de los cuales se puede observar en la figura 22



Figura 22 Accesorios
 Autores: Arias, De La Cruz, Tutillo (2014).

V. PROTOCOLO DE PRUEBAS

a. EN RUTA PARA EL SISTEMA DE TRACCIÓN

AUTONOMÍA

Matemáticamente se usa la siguiente ecuación

$$\text{Tiempo de Autonomía} = \frac{\text{Carga (Ah)}}{I \text{ carga (A)}} * \frac{(V \text{ flotación} - V \text{ min})(v)}{V \text{ flotación (v)}}$$

Donde:

$$\text{Carga (Ah)} = 80$$

$$I \text{ Carga (A)} = 6$$

$$V \text{ flotación (v)} = 51,2 \text{ (12,8 v cada batería)}$$

$$V \text{ min (v)} = 43 \text{ (10,75 v cada batería)}$$

$$\text{Tiempo de Autonomía} = \frac{80 \text{ (Ah)}}{6 \text{ (A)}} * \frac{(51,2 - 43)v}{51,2 v}$$

$$\text{Tiempo de Autonomía} = 2,13 \text{ h}$$

Según las normas europeas de conducción, para obtener 70 km de autonomía en ciclo urbano se deberán realizar 7,25 ciclos de conducción.

Considerando que se mantenga una velocidad constante de 35km/h, el tiempo necesario para cubrir los 70 km, es de 2 horas. Se logra el objetivo considerando además que el sistema de control de la automatización opera otro sistema de alimentación, razón por la cual no interfiere en la autonomía de la motocicleta. Sin embargo se realizó dos pruebas para verificar mencionados datos.

En pruebas de campo realizadas en el patio de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, extensión Latacunga, se obtienen los siguientes resultados.

	Fase Inicial	Fase 2	Fase 3	Fase Final
Hora	14h00	14h40	15h20	16h00
Voltaje	51,2	49,1	47	44,9

Tras mantener una velocidad de 35km/h durante dos horas las baterías han sufrido un desgaste de 6,3 volteos, lo que significa que cada batería tiene 11,25 v. Lo que implica que las baterías aun preservan energía, recordando que el valor mínimo de cada batería es de 10,75 volteos.

En la siguiente prueba de autonomía, se realizó pruebas de campo durante tres días consecutivos en las principales avenidas del cantón Latacunga, tratando de ejemplificar lo siete ciclos de conducción para obtener una autonomía de 70km, además se procuró tener una misma ruta, con el mismo conductor y a la misma hora.

Como se mencionó anteriormente debemos realizar siete ciclos consecutivos para alcanzar 70 km de recorrido, en la siguiente figura podemos observar el recorrido, medidos cada

800 segundos del ciclo de conducción urbano y 400 segundos de ciclo de conducción interurbano.

A continuación se muestran en la figura 23 y 24, gráficas de los datos recopilados en la segunda fase de la prueba de autonomía



Figura 23 Voltaje vs tiempo
Fuente: El Autor

El voltaje en las baterías decrece alrededor de 6 volteeos en el transcurso de 2 horas.

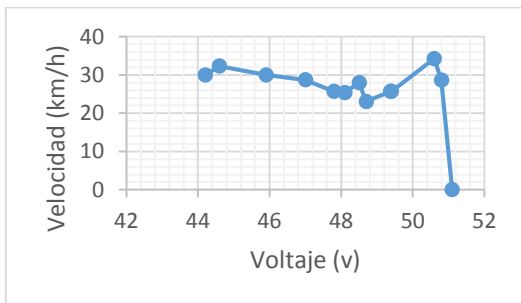


Figura 24 Velocidad vs. voltaje
Fuente: El Autor

Mientras mayor voltaje tengamos en el pack de baterías mayor velocidad lograremos alcanzar.

Podemos generalizar que el voltaje es directamente proporcional a la velocidad

VELOCIDAD

Se realizó una prueba de salida en terreno plano, registrándose los siguientes datos:

Distancia (m)	Tiempo (s)	Velocidad (m/s)	Velocidad (km/h)
500	49	10,20	36,73
200	20,5	9,76	35,12
100	10,5	9,52	34,29
50	5,5	9,09	32,73
PROMEDIO		9,64	34,72

Se observa la velocidad promedio de 34,72 km/h aproximado a 35 km/h lo que cumple las expectativas del proyecto.

b. ANÁLISIS COMPARATIVO MOTOCICLETA ELÉCTRICA – GASOLINA

CONSUMO DE ENERGÍA

Motocicleta con motor de combustión interna

$$\text{Recorrido (70Km)} = 70\text{Km} * 1,48 \text{ (USD)}/150\text{Km}$$

$$\text{Recorrido (70Km)} = 0,70 \text{ (USD)}$$

Motocicleta con motor eléctrico

Para un recorrido de 70 km, se emplea 13,3 kWh con la motocicleta eléctrica

$$\text{Recorrido (70km)} = 13,3\text{kWh} * 0,08\text{(USD)}/1\text{kWh}$$

$$\text{Recorrido (70km)} = 1,06 \text{ (UDS)}$$

IMPACTO AMBIENTAL

En la siguiente tabla se aprecia la diferencia de Kg CO₂, dependiendo el caso.

TIPO	CANTIDAD	MEDIDA EMISIONES
MOTOCICLETA ELÉCTRICA	13,3 kWh	0 Kg CO ₂
MOTOCICLETA GASOLINA	0,6 gal gasolina	9,8 Kg CO ₂

CONCLUSIONES

- Se fundamentó teóricamente temas relacionados con motocicletas eléctricas plegables.
- La existencia de una motocicleta eléctrica plegable ayudo a que los problemas de medio ambiente y transito existente en la ciudad de Latacunga no aumenten.
- Se diseñó y calculó el sitio donde se ubicarán los componentes de la motocicleta.
- Se implementó el bastidor y los accesorios que la motocicleta dispondrá
- Se identificó las ventajas y desventajas de los tipos de bastidores
- El bastidor apropiado para la motocicleta es el de tipo cuna simple
- Los conceptos para diseñar un bastidor ayudaron a construir una estructura que se adaptó a los requerimientos del proyecto
- Se modelo el bastidor mediante software CAD-CAE y se ensambló con los demás sistemas de la motocicleta.
- ANSYS Workbench es un programa que trabaja con elementos finitos y permitió realizar pruebas en el bastidor para garantizar que el mismo no fallará en los peores casos de manejo
- La construcción de una motocicleta eléctrica plegable mejoró el sistema de aparcamiento existente en la ciudad de Latacunga
- Se validó el proyecto con personas que conocen del tema

RECOMENDACIONES

- Para seleccionar el tipo de bastidor a construir es muy importante definir las necesidades del proyecto

- Diseñar el bastidor mediante un software que permita tener una visión previa del objetivo al que se desea llegar
- Tener todas las precauciones del caso en la fase de construcción al ocupar herramientas de corte, esmerilado y soldadura
- Reforzar los puntos críticos en los cuales el bastidor es propenso a ruptura según lo indique el programa de diseño
- Realizar cordones de soldadura de alta calidad que brinden un factor de seguridad confiable

BIBLIOGRAFÍA

- Cano Corbalán, J. (2013). *Diseño y fabricación de un chasis de una motocicleta de 125cc 2T para la competición internacional Motostudent*. Cartagena: Tesis Ingeniería mecánica - Universidad Politécnica de Cartagena.
- Delgado, J. (2009). *Diseño y construcción de una motocicleta deportiva*. Bucaramanga; Ingeniería Mecánica - Facultad de Ingenierías Físico -Mecánicas de la Universidad Industrial de Santander.
- Patxi Vergara, C. (2011). *Modelado, Análisis Y Simulación De Un Chasis De Motocicleta*, Madrid; Tesis Ingeniería Técnica Industrial Mecánica - Universidad Carlos III de Madrid, Departamento De Ingeniería Mecánica.
- Robert L. Mott. (2006). *Diseño de Elementos de Maquinas (4ta ed.)*. Culhuacán; Pearson Educación.
- Tony, F. (2003). *Motocicletas Comportamiento Dinámico y diseño de chasis*, Madrid; Tony Foale.

BIOGRAFÍA



Miguel Carvajal, nació en Ambato, Ecuador, es Ingeniero Mecánico, docente tiempo parcial en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE desde el 2000. Imparte servicios de asesoramiento y capacitación en el ámbito de diseño mecánico compartiendo sus conocimientos teórico práctico a los estudiantes.



Jorge Stalin Mena, nació en Ambato, Ecuador, Es Ingeniero Automotriz, es docente Tiempo Parcial en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE desde 2008. Imparte servicios de asesoramiento, capacitación en el ámbito automotriz, compartiendo sus conocimientos teórico práctico a los estudiantes y promulgando la investigación científica y la vinculación con la colectividad



Angel Xavier Arias, nació en Salcedo, Ecuador, Es Ingeniero Automotriz, presta sus servicios profesionales como asesor en mecánica automotriz.