



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AUTOMOTRIZ

AUTOR: DE LA CRUZ LAICA JORGE REYNALO

TEMA:

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LOS SISTEMAS DE DIRECCIÓN,
SUSPENSIÓN, FRENOS Y PLEGADO, EN UNA MOTOCICLETA
ELÉCTRICA PLEGABLE.”**

DIRECTOR: ING. DANILO ZAMBRANO

CODIRECTOR: ING. MAURICIO CRUZ

OBJETIVO

GENERAL

- Diseñar e implementar los sistemas de dirección, suspensión, frenos y plegado, en una motocicleta eléctrica plegable, para ayudar a la seguridad y confort del ocupante.
-

OBJETIVOS

ESPECÍFICOS

- Realizar el estudio previo de cada uno de los sistemas para la aplicación en la motocicleta eléctrica plegable.
 - Diseñar cada uno de los sistemas para la implementación en la motocicleta eléctrica plegable.
 - Implementar cada uno de los sistemas en la motocicleta eléctrica plegable para la seguridad y confort del ocupante.
 - Desarrollar las pruebas de rodaje de la motocicleta eléctrica plegable con el propósito de asegurarse que cada uno de los sistemas funcionen correctamente.
-

JUSTIFICACIÓN

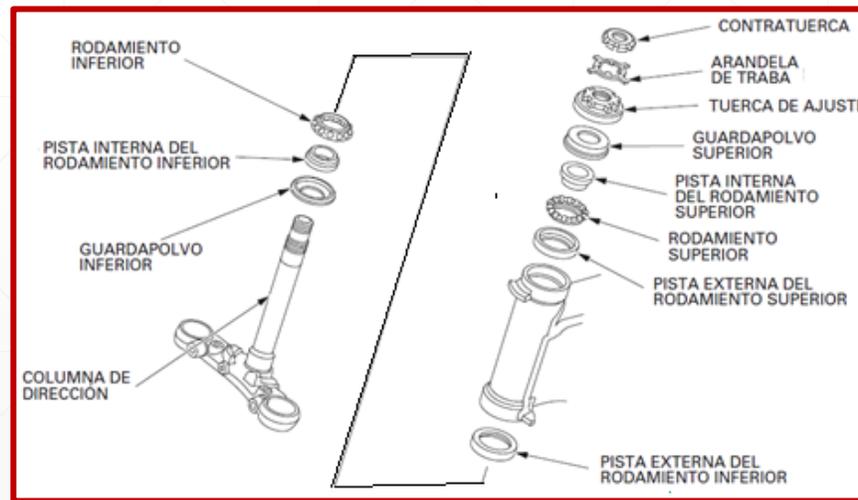
- Ante los requerimientos actuales de optimización del tiempo de movilización y encontrar un puesto óptimo de aparcamiento dentro de la ciudad de Latacunga conjuntamente con las exigentes normas ambientales, se ve la necesidad de la creación de un vehículo eléctrico plegable que permita movilizarse sin obstáculos, fácil de parquear y aprovechando las energías limpias y renovables.
-

CAPÍTULO II

2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

SISTEMA DE DIRECCIÓN

- El sistema de dirección tiene la función de direccionar el vehículo al querer del conductor, el sistema dirección como en todo transporte es un sistema indispensable ya que es de suma importancia para poder maniobrar el vehículo. Para el caso de las motocicletas no es la excepción, con un sistema diferente pero de funcionalidad igual a todo tipo de sistema de dirección.



CARACTERISTICAS QUE DEBE REUNIR TODO SISTEMA DE DIRECCIÓN

- Seguridad
- Suavidad
- Precisión
- Irreversibilidad

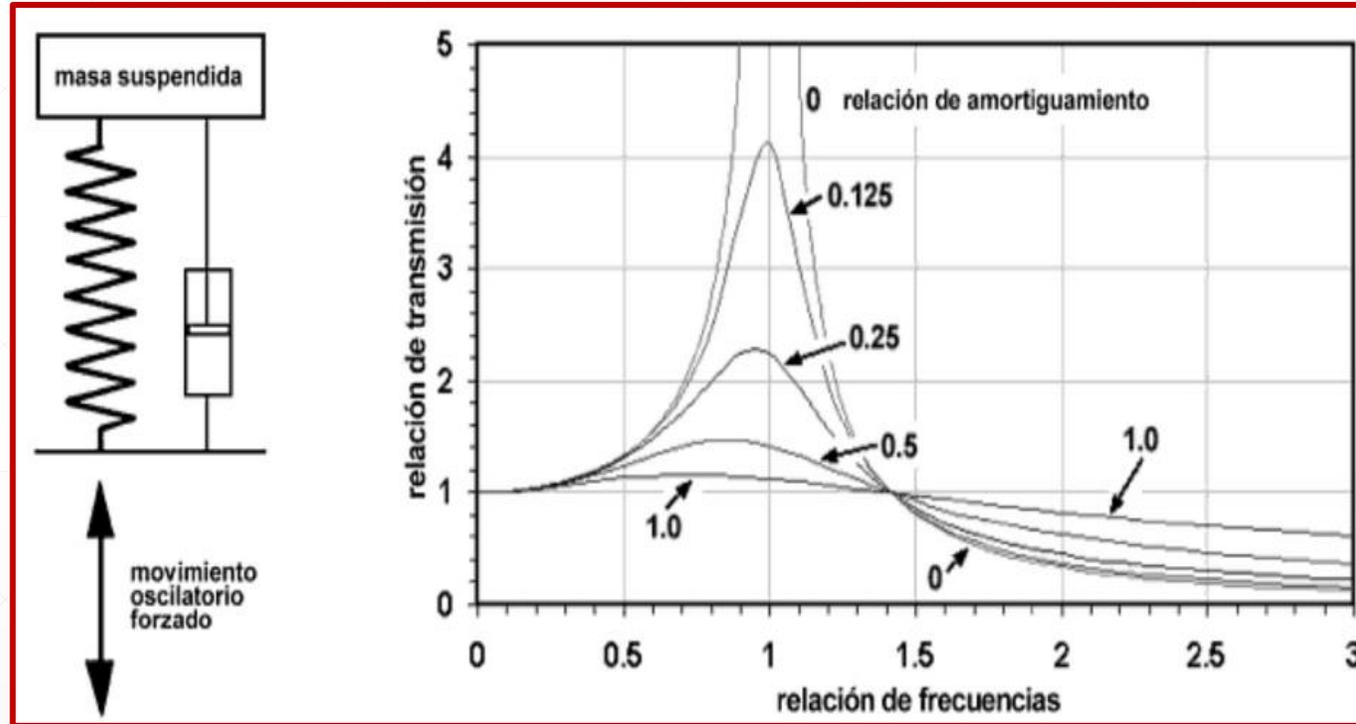


SISTEMA DE SUSPENSIÓN

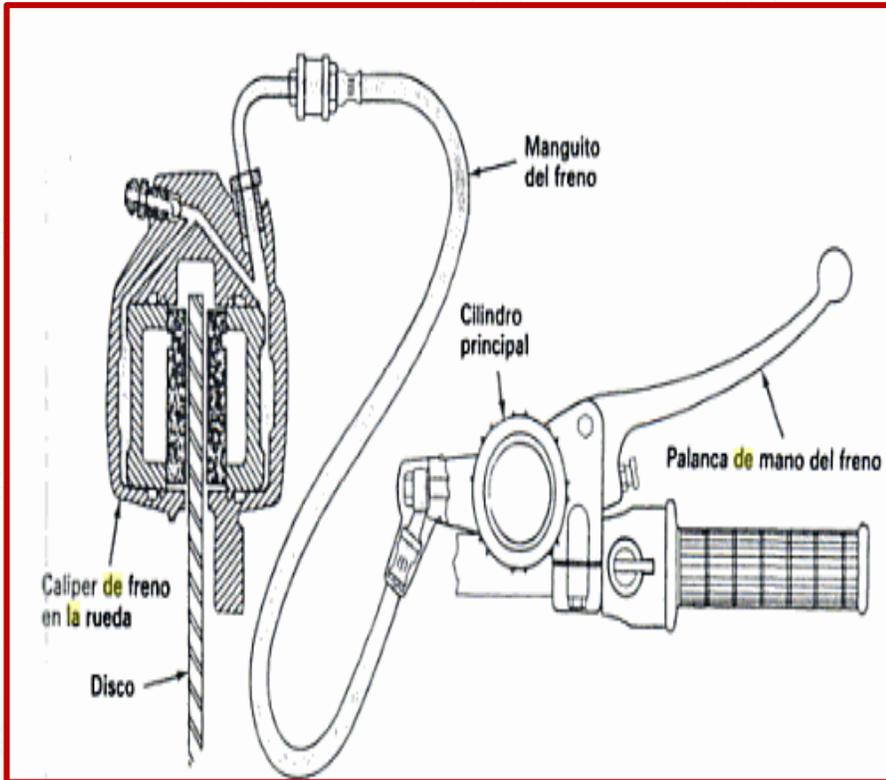
Las principales funciones del sistema de suspensión son:

- Reducción de fuerzas producidas por el estado del terreno
 - Control en la dirección de la motocicleta
 - Mantener en contacto las ruedas con el suelo
 - Mantener las ruedas correctamente alineadas
 - Mantener la altura óptima de la motocicleta
-

OSCILACIONES QUE SE PRESENTAN EN UNA MOTOCICLETA



SISTEMA DE FRENOS



- El sistema de frenos fundamenta su funcionamiento en dos principios básicos de la física:

- La Ley de Pascal

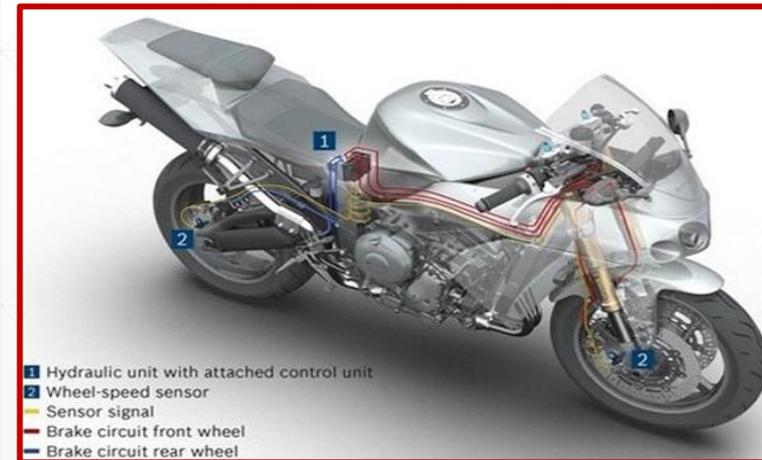
Establece que cuando se aplica presión a un líquido confinado en un recipiente cerrado, la fuerza se transmite igual y sin disminución en todas direcciones.

- La Fricción

Se fundamenta por la ley de conservación de la energía establece que *“la energía no se crea ni se destruye, sólo se transforma.”*

FRENOS ABS

- Funciona conjuntamente con el sistema de frenado tradicional. Cuenta con sensores de velocidad en cada una de las ruedas, si en una frenada brusca alguna o ambas ruedas reducen repentinamente sus revoluciones, el sistema ABS lo detecta y varia la fuerza de frenado para evitar que los neumáticos pierda contacto con el suelo.



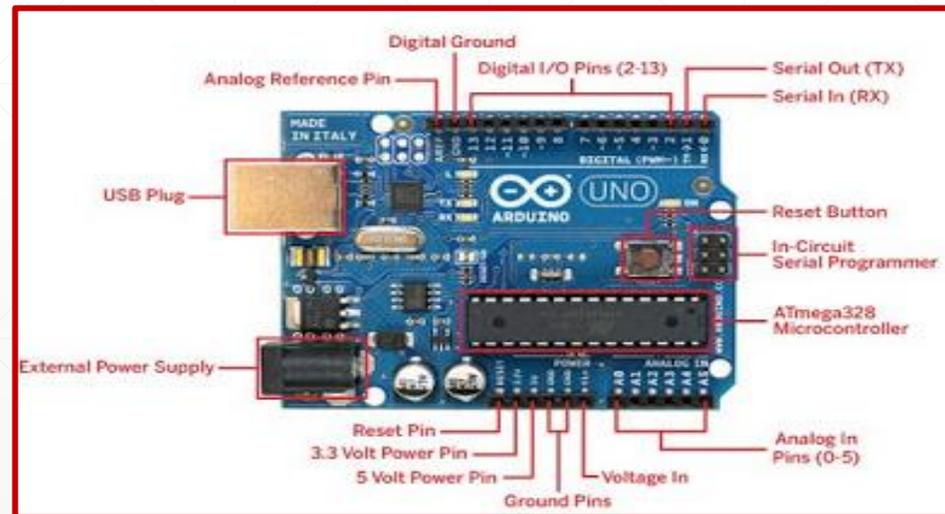
SISTEMA DE PLEGADO

El sistema de plegado tiene como propósito reducir el tamaño de la motocicleta para optimizar el espacio de aparcamiento en las zonas urbanas de la ciudad de Latacunga.



UNIDAD DE CONTROL ARDUINO

Arduino puede tomar información del entorno a través de sus pines de entrada de toda una gama de sensores y puede afectar aquello que le rodea controlando luces, motores y otros actuadores. El microcontrolador en la placa Arduino se programa mediante el lenguaje de programación basado en Wiring y el entorno de desarrollo esta basado en Processing.



CAPÍTULO III

3 DISEÑO Y SELECCIÓN DE LOS COMPONENTES DE LOS SISTEMAS COMPLEMENTARIOS

PARÁMETROS DE DISEÑO

CLASE DE CARGA	ACERO, METALES DUCTILES		HIERRO FUNDIDO, METALES QUEBRADIZOS	MADERA DE CONSTRUCCIÓN
	Basado en la resistencia máxima	Basado en la Resistencia de Fluencia	Basado en la resistencia máxima	
Carga permanente, N=	3-4	1,5-2	5-6	7
Repetida, una dirección, gradual (choque suave), N=	6	3	7-8	10
Repetida, invertida, gradual (choque suave), N=	8	4	10-12	15
Choque, N=	10-15	5-7	15-20	20

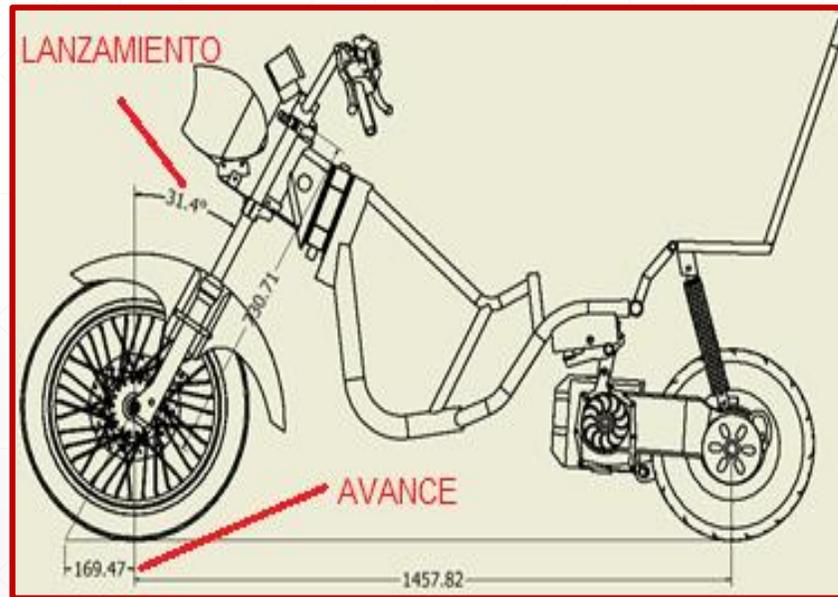
Criterios para determinar el factor de seguridad de una estructura:

- El tipo (estáticas, dinámicas, cíclicas) y magnitud de las cargas.
- La calidad de los materiales empleados en la construcción de la estructura.
- Los efectos producidos por las condiciones medioambientales.

Fuente: UTP Coeficientes de fallo <http://blog.utp.edu.co/ivanegas/files/2011/08/Tablas.pdf>

DISEÑO Y SELECCIÓN DEL SISTEMA DE DIRECCIÓN

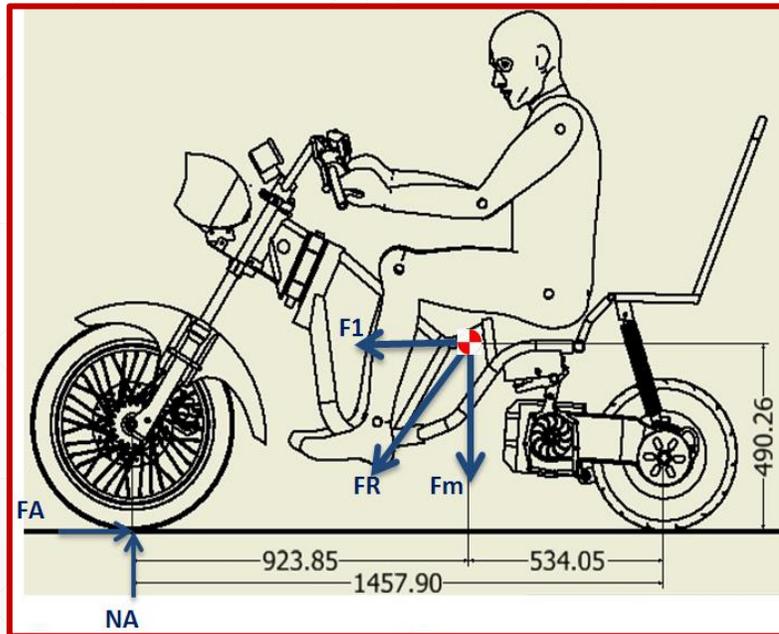
- Angulo de lanzamiento
- Distancia de avance



	DT80MX	DT50MX
Transmission:		
Réduction primaire		
Système	Pignons hélicoïdaux	←
Taux	68/19 (3,579)	←
Reduction secondaire		
Système	Chaine	←
Taux	41/15 (2,733)	47/11 (4,273) 48/11 (4,364)*E
Type de boîte de vitesses	Prise constante, 5'rapports	← ← , 5-rapports*NL,B
Système de commande	Commande au pied gauche	←
	39/12 (3,250)	
Taux de réduction 1ére	34/17 (2,000)	←
2e	30/21 (1,429)	←
3e	27/24 (1,125)	←
4e	25/26 (0,962)	←
5e		←
Partie-cycle.		
Type de cadre	Tubulaire, double, bexceau	←
Direction:		
Angle de chasse	30°	← 33 ° *NL
Chasse	132mm	← 170 mm
Carburant:		
Type	Escence normale	←
Capacité du réservoir	8,5	←

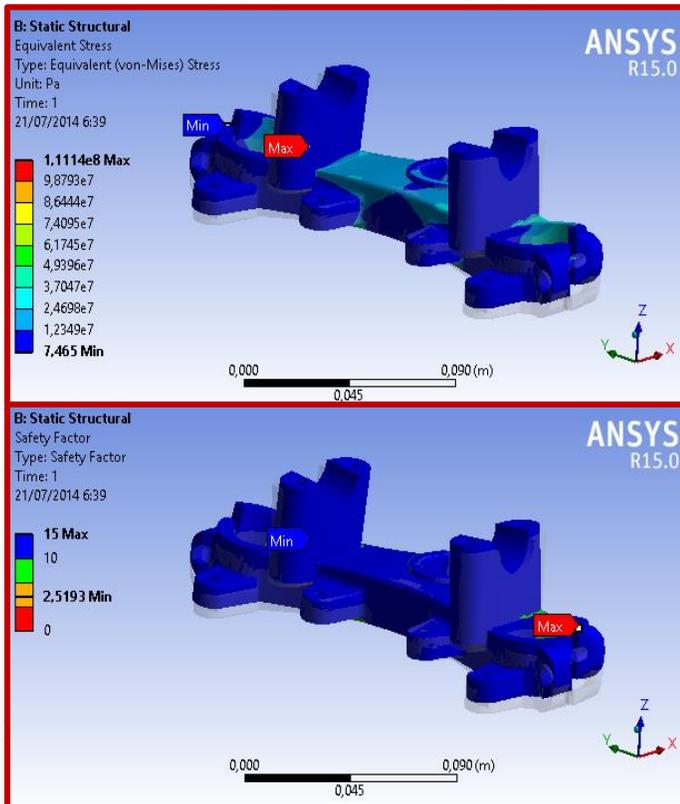
DISEÑO Y SELECCIÓN DEL SISTEMA DE DIRECCIÓN

Los requerimientos necesarios que se establecen en este sistema son las fuerzas que actúan por frenada en la rueda delantera y por ende estas a su vez por reacción a las tijas de dirección.



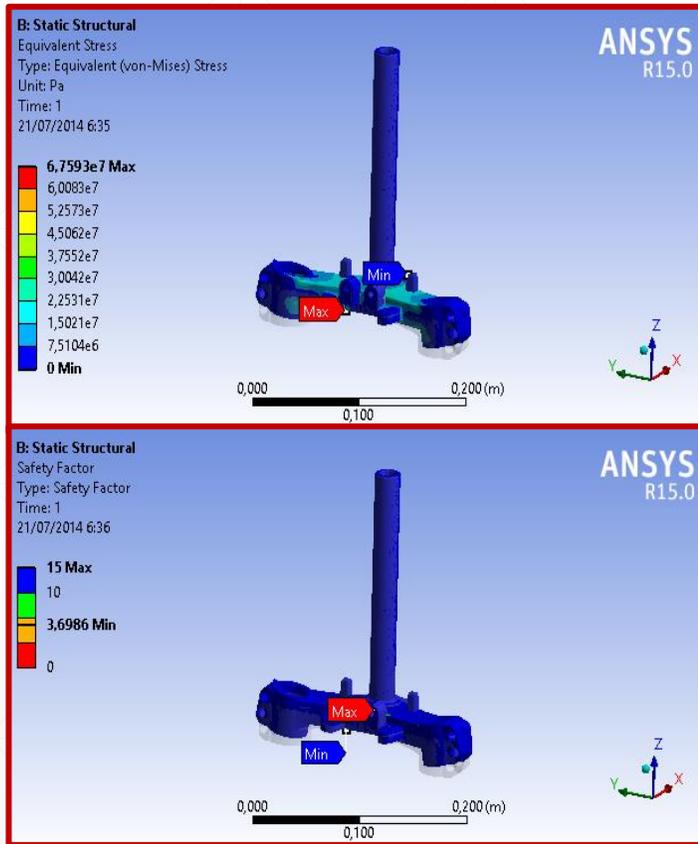
Designación	Valor
Masa eje trasero (N_{Bmin})	138.48 Kg (1357.1N)
Masa eje delantero (N_{Amin})	80.11 Kg (785.07N)
N_{Amax}	2144.4 N
F_1	4039.34 N
F_R	4573.26 N
Masa suspendida	193 Kg
Masa no suspendida	25.6 Kg
Masa total	218.6 Kg
N_{Bmax}	2144.4 N
F_1'	2336.96 N

DISEÑO Y SELECCIÓN DEL SISTEMA DE DIRECCIÓN



Pieza	TIJA SUPERIOR
Fuerza sometida	1072,2 N
Nodos	28589
Elementos	16541
Material	Aleación Aluminio 2014 T4
Deformación máxima posible	0,000158m
Esfuerzo de fluencia	1.1114e ⁸ Pa(N/m ²) - 111.14 (N/mm ²)
Esfuerzo mínimo de ruptura	270(N/mm ²)
Factor de seguridad	2,51

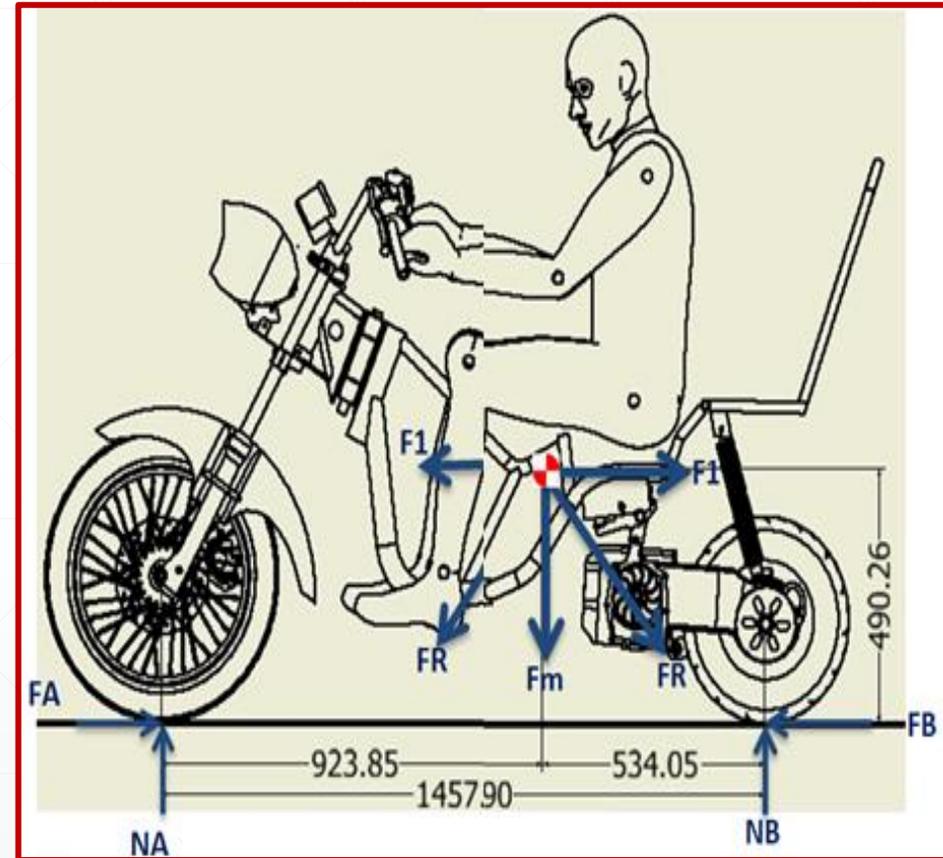
DISEÑO Y SELECCIÓN DEL SISTEMA DE DIRECCIÓN



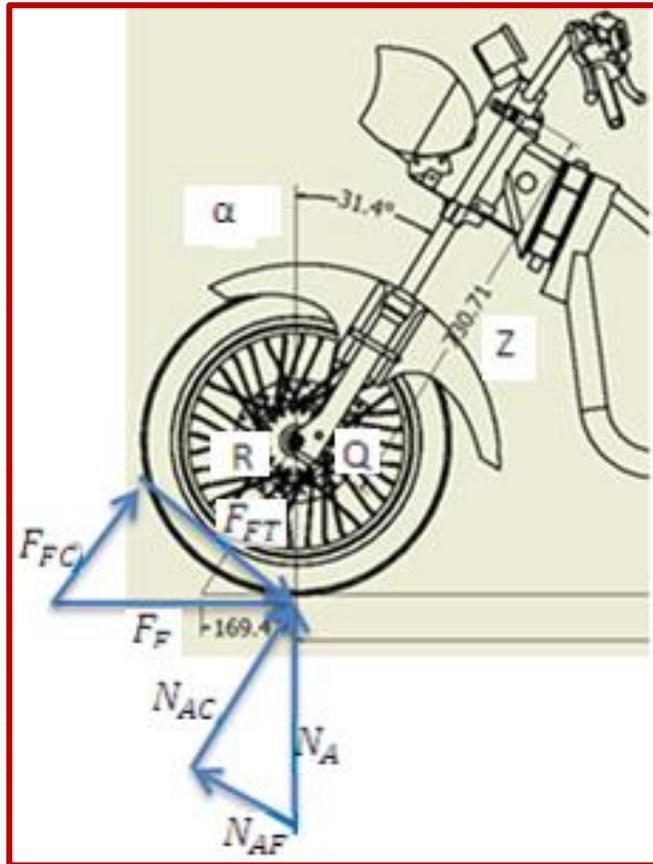
Pieza	TIJA INFERIOR
Fuerza sometida	1072,2 N
Nodos	21030
Elementos	11315
Material	ASTM A 36
Deformación máxima posible	$4.7237e^{-5}m$
Esfuerzo de fluencia	67.59 MPa
Esfuerzo mínimo de ruptura	250 MPa
Factor de seguridad	3,69

DISEÑO Y SELECCIÓN DEL SISTEMA DE SUSPENSIÓN

- Cuando la motocicleta frena solo la rueda delantera haciendo que la trasera pierda contacto con el suelo.
- Cuando la aceleración es tan fuerte que la rueda delantera se eleva dejando de hacer contacto con el suelo.



SUSPENSIÓN DELANTERA



- Fuerzas de hundimiento en las barras telescópicas:
- Frenada
 - Ángulo de lanzamiento

La fuerza de trabajo mínima en las barras telescópicas.

$$F_{Tmin} = N_{Amin} * \cos \alpha$$

El valor de la fuerza máxima de trabajo de las barras telescópicas.

$$F_{Tmax} = F_{FC} + N_{AC}$$

$$F_{Tmax} = F_F * \sin \alpha + N_{Amax} * \cos \alpha$$

SUSPENSIÓN DELANTERA

▪ CÁLCULO DEL RESORTE

Con $N_{Amin} = 785.07N$ de los parámetros establecidos anteriormente

$$F_{Tmin} = 670.09N$$

$$F_F = \mu_1 * N_{Amax}$$

Con $\mu_1 = 0.8$ y $N_{Amax} = 2144.4N$

$$F_{Tmax} = 2724.156N$$

Deflexión de trabajo del resorte de $\delta_{Trabajo} = 0.090m$

$$K = \frac{F_{Tmax} - F_{Tmin}}{\delta_{Trabajo}}$$

$$K = 21.54$$

SUSPENSIÓN DELANTERA

- Diámetro de alambre de $d = 6\text{mm}$ de cuerda de piano A228
- $D = C * d$
- Para un $C = 4.5$
- $D = 27\text{mm}$
- **Factor de cortante directo K_s**

$$K_s = 1 + \frac{0.5}{C}$$

$$K_s = 1.11$$

- **Esfuerzo cortante en la espira τ**

$$\tau = K_s * \frac{8 * F * D}{\pi * d^3}$$

$$\tau = 962509.62 \text{ KPa}$$

SUSPENSIÓN DELANTERA

- **Resistencia máxima a la tensión S_{ut}**

- $S_{ut} = A * d^b$

- $A = 2153500 \text{ KPa}$ y $b = -0.1625$

- $S_{ut} = 5094038.82 \text{ KPa}$

- **Límite elástico a la torsión S_{ms}**

$$S_{ms} = 0.60 * S_{ut}$$

$$S_{ms} = 3056423.29 \text{ KPa}$$

- **Factor de seguridad contra la fluencia N_s**

$$N_s = \frac{S_{ms}}{\tau}$$

$$N_s = 3.17$$

SUSPENSIÓN DELANTERA

- **Número de espiras del resorte N_a**

- $$N_a = \frac{d^4 * G}{8 * D^3 * K}$$

- El material utilizado A228 cuyo límite elástico por cortadura es $G=82737086.4$ KPa.

- $N_a = 38$

- **Altura cerrada L_c**

$$L_c = d * N_t$$

$$L_c = 240mm$$

- **Deflexión inicial $\delta_{Inicial}$**

$$\delta_{Inicial} = \frac{F_{min}}{K}$$

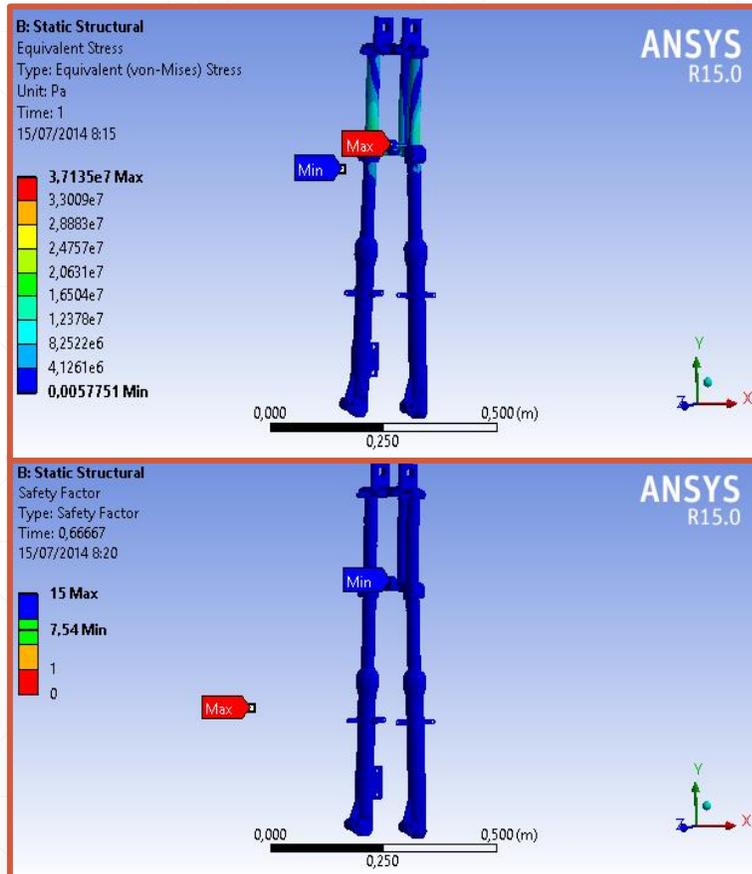
$$\delta_{Inicial} = 36.44mm$$

SUSPENSIÓN DELANTERA

- **Deflexión de golpe** δ_{Golpe}
- $\delta_{golpe} = 0.15 * \delta$
- $\delta_{golpe} = 10.93 \text{ mm}$
- **La longitud libre** L_f
- $L_f = L_c + \delta_{Golpe} + \delta_{Trabajo} + \delta_{Inicial}$
- $L_f = 341.6 \text{ mm}$

Diámetro de alambre	Diámetro exterior resorte	Número total de espiras	Longitud libre resorte
6mm	26,4mm	40	342mm

ANÁLISIS DE LAS BARRAS TELESCÓPICAS



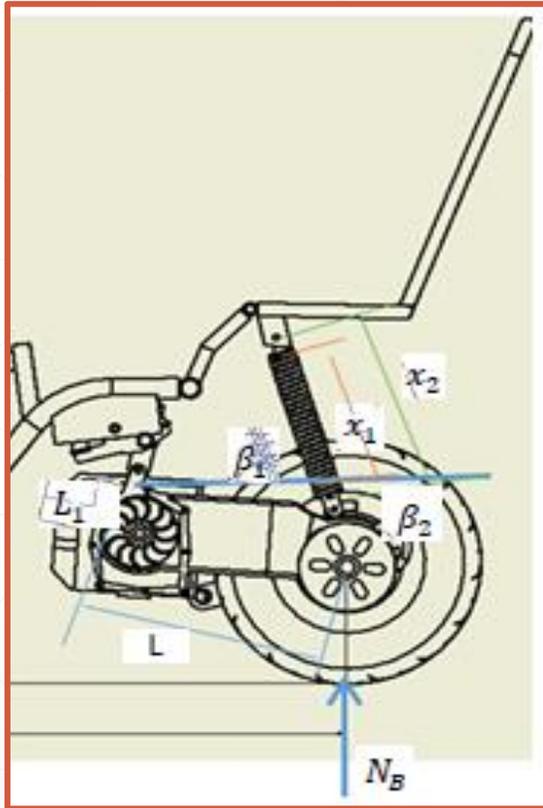
Pieza	Tija superior
Fuerza sometida	2144,4 N
Nodos	108799
Elementos	61541
Material	AISI 1020
Deformación máxima posible	0,0002529 m
Esfuerzo de fluencia	37,13 MPa
Esfuerzo mínimo de ruptura	530 MPa
Factor de seguridad	7,54

ANÁLISIS DE LAS BARRAS TELESCÓPICAS



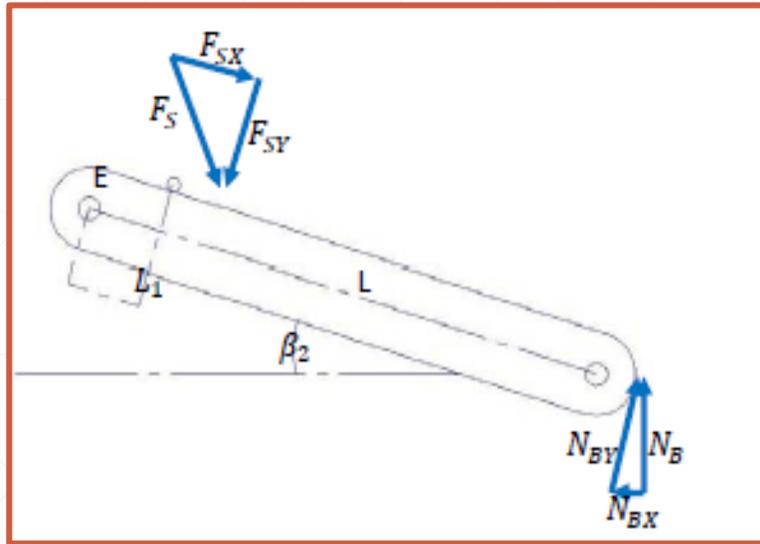
Largo de la barra mm	Diámetro del telescopio mm	Calibre del tubo telescópico mm	Material del Tubo
700	30	1,5	AISI 1020

SUSPENSIÓN TRASERA



- Distribución de carga en el tren posterior, teniendo
- carga mínima (peso de la motocicleta)
- carga máxima (peso motocicleta más piloto y fuerzas de aceleración).

DISTRIBUCIÓN CARGAS MÍNIMAS



$$N_{BY} = N_B * \sin \beta_2$$
$$F_{SY} = F_S * \sin \beta_1$$

- Haciendo sumatoria de momentos en el punto de giro E del brazo basculante tenemos que:

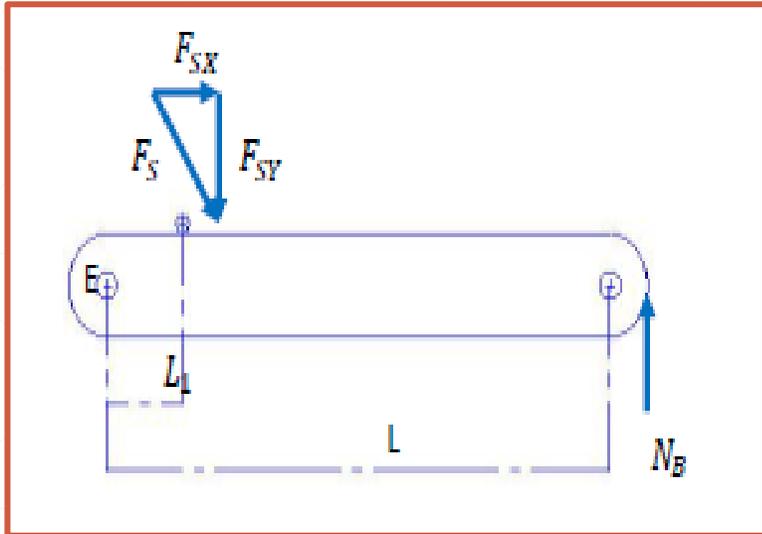
$$\sum M_E = 0$$

$$F_{SY} = \frac{N_{BY} * L}{L_1}$$

- La carga mínima de trabajo está dada por:

$$F_{SMin} = \frac{N_B * L * \sin \beta_2}{L_1 * \sin \beta_1}$$

DISTRIBUCIÓN CARGAS MÁXIMAS



$$F_S = \frac{F_{SY}}{\sin \beta_1}$$

- Haciendo sumatoria de momentos en el punto E tenemos

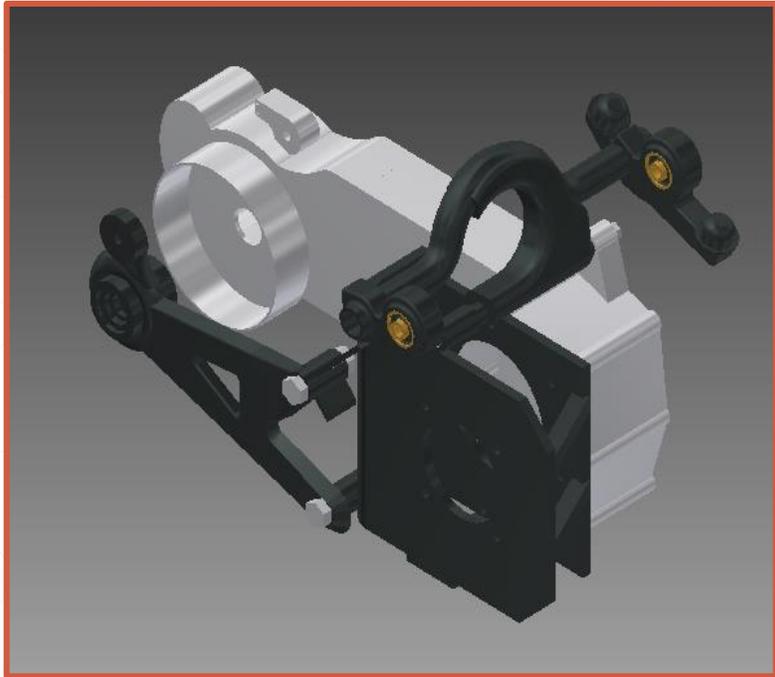
$$F_{SY} = \frac{N_B * L}{L_1}$$

- La carga máxima de trabajo del resorte es:

$$F_{SM\max} = \frac{N_B * L}{L_1 * \sin \beta_1}$$

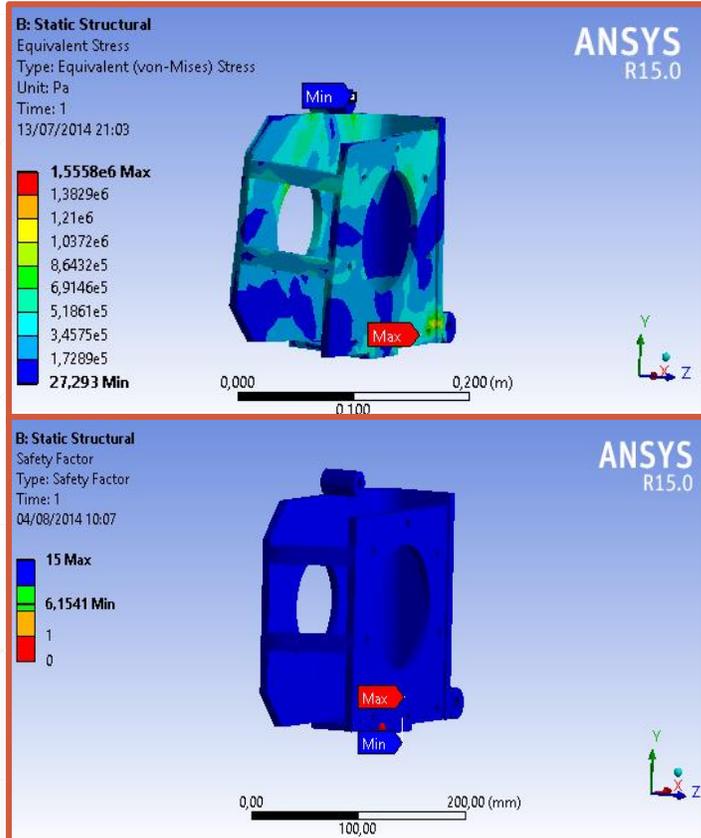
Diámetro del Alambre	Diámetro exterior del Resorte	Número total de espiras	Longitud libre resorte
7mm	42mm	25	260mm

ANÁLISIS DE LOS ELEMENTOS DEL BASCULANTE



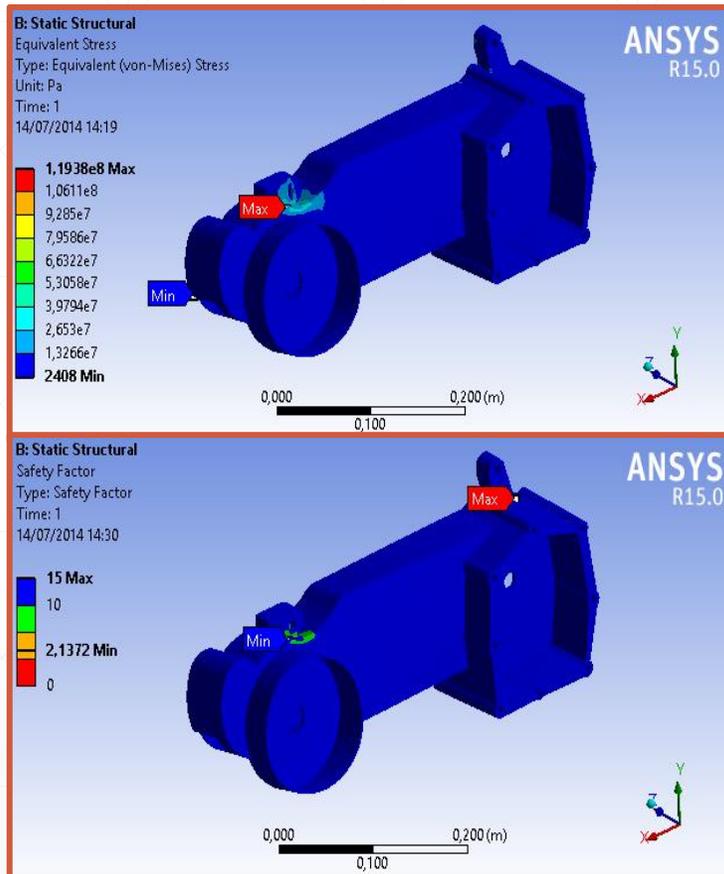
Elementos	Masa (Kg)	Peso (N)
Piloto	70	686.7
Chasis	23	225.63
Motor electrico	18.9	185.4
Base Motor	5.2	51
CVT	9.8	96.13
Bateria 1	11.5	112.815
Bateria 2	11.5	112.815
Bateria 3	11.5	112.815
Bateria 4	11.5	112.815
Componentes Restantes	20	196.2
Total suspendida	193	1,892

ANÁLISIS DE LOS ELEMENTOS DEL BASCULANTE



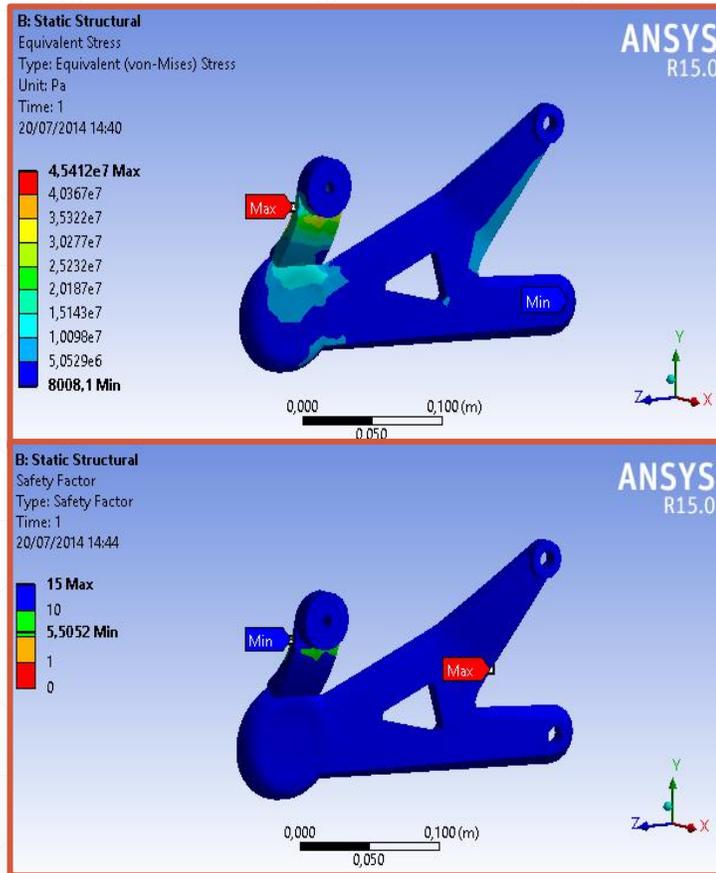
Pieza	Tija superior
Fuerza sometida	-185,4 Y -96,13 N
Nodos	6107
Elementos	2821
Material	ASTM A 36
Deformación máxima posible	4,0255e ⁻⁶ m
Esfuerzo de fluencia	1,55 MPa
Esfuerzo mínimo de ruptura	250 MPa
Factor de seguridad	6,15

ANÁLISIS DE LOS ELEMENTOS DEL BASCULANTE



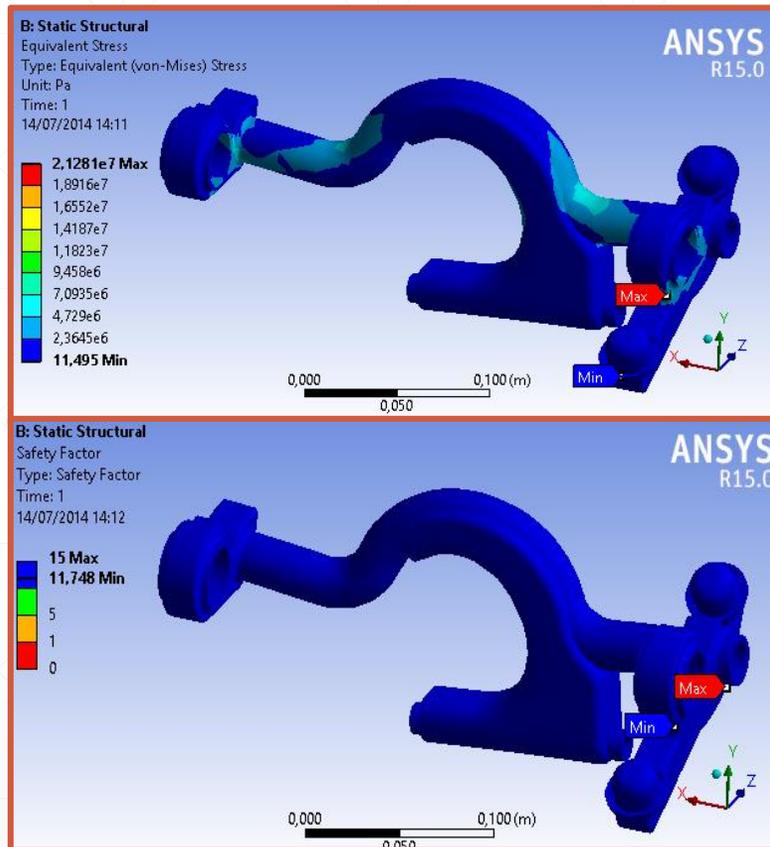
Pieza	BASE CVT
Fuerza sometida	-1357,1 Y +236,54 N
Nodos	516461
Elementos	325954
Material	A. A. 2007 T4
Deformación máxima posible	0,000512 m
Esfuerzo de fluencia	119,38 MPa
Esfuerzo mínimo de ruptura	210 MPa
Factor de seguridad	2,13

ANÁLISIS DE LOS ELEMENTOS DEL BASCULANTE



Pieza	SOPORTE DE LA RUEDA
Fuerza sometida	+1357,1 N Y 236,54 N
Nodos	3393
Elementos	1600
Material	ASTM A 36
Deformación máxima posible	9,872e ⁻⁵ m
Esfuerzo de fluencia	45,41 MPa
Esfuerzo mínimo de ruptura	250 MPa
Factor de seguridad	5,50

ANÁLISIS DE LOS ELEMENTOS DEL BASCULANTE



Pieza	SOPORTE	DEL
	BASCULANTE	
Fuerza sometida	332,53 N	
Nodos	18196	
Elementos	9844	
Material	ASTM A 36	
Deformación máxima posible	1,79e ⁻⁵ m	
Esfuerzo de fluencia	21,28 MPa	
Esfuerzo mínimo de ruptura	250 MPa	
Factor de seguridad	11,74	

DISEÑO DEL SISTEMA DE FRENOS

- La energía cinética depende de la masa y de la velocidad del vehículo, entonces para pasar de una velocidad alta a una baja se debe eliminar la diferencia de energía cinética que exista entre las dos velocidades y esto se logra con ayuda de los frenos y de la resistencia que ofrece el viento al avance del vehículo.

- Trabajo mecánico realizado por la motocicleta durante su movimiento.

$$E = \frac{1}{2} * m * v^2$$

- Cantidad de trabajo absorbido por los frenos.

$$F_f * x = \frac{1}{2} * m * v^2$$
$$N_{A,B} * \mu * x = \frac{1}{2} * m * v^2$$

- Espacio recorrido por frenada

$$x = \frac{\frac{1}{2} * m * v^2}{N_{A,B} * \mu}$$

CÁLCULO DEL DISCO DE FRENO DELANTERO

- Momento de frenado

$$M_f = N_A * \mu * r_r$$

Donde:

- N_A = Normal generada por las fuerzas de frenado
- μ = Coeficiente de fricción
- r_r = Radio de la llanta

- Fuerza de aplicación del freno:

$$F_a = \frac{M_f}{r_d}$$

- Área que debe cubrir el disco para frenada:

$$A = \frac{M_f}{2 * r_d * p * \mu_1}$$

CÁLCULO DEL DISCO DE FRENO DELANTERO

- p = intervalo de presión del material (asesto 3000Pa)
- $N_A = 2144,4 \text{ N}$
- $\mu = 0.8$
- $r_r = 0.3$
- $r_d = 0,1 \text{ m}$

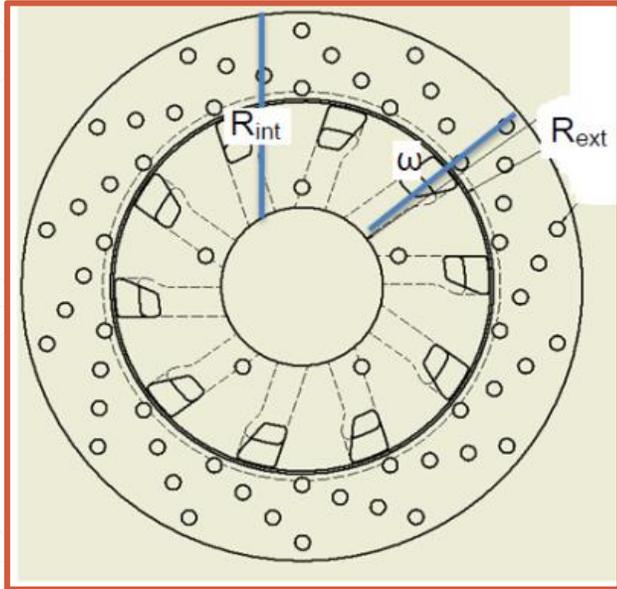
$$M_f = 514.65 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$F_a = 5146.5 \text{ N}$$

Área de frenado seria :

$$A = 0.002224213 \text{ m}^2$$

CÁLCULO DEL DISCO DE FRENO DELANTERO



- Se calcula el área del sector menor A_1 para un ángulo de 45 grados cuya fórmula es la siguiente:

$$A_1 = \frac{1}{2} * R_{int}^2 * \omega$$

- Donde ω esta dado en radianes.

$$\omega = 0.785 \text{ radianes}$$

$$R_{int} = 85 \text{ mm}$$

$$A_1 = 2835.8 \text{ mm}^2$$

- Ahora se calculará el área del sector mayor A_2 para el mismo ángulo

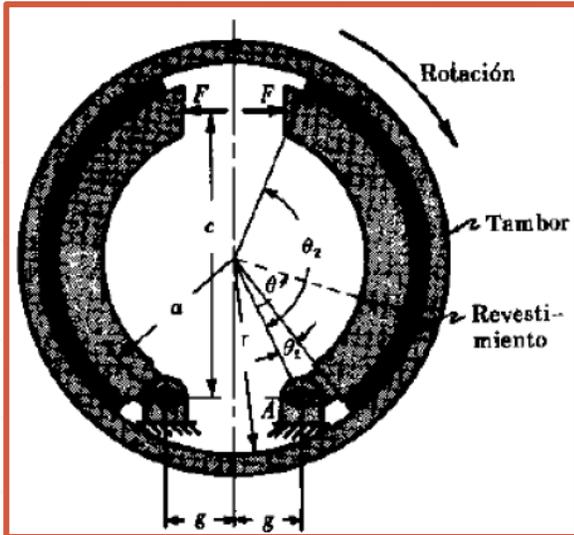
$$R_{ext} = 115 \text{ mm}$$

$$A_2 = \frac{1}{2} * R_{ext}^2 * \omega$$

$$A_2 = 5190.8 \text{ mm}^2$$

Díámetro exterior del disco	Díámetro interior del disco	Espesor del disco
220mm	150mm	3mm

CÁLCULO DE TAMBOR DE FRENO



- La ecuación del momento de frenada es la siguiente:

$$M_{f \text{ derecha}} = \mu_1 * P_m * w * r_t^2 * \left(\frac{\cos \theta_1 - \cos \theta_2}{\sin \theta_m} \right)$$

$$M_{f \text{ izquierda}} = \mu_1 * P'_m * w * r_t^2 * \left(\frac{\cos \theta_1 - \cos \theta_2}{\sin \theta_m} \right)$$

- La presión máxima en la zapata izquierda P'_m se determina por la siguiente ecuación:

$$P'_m = \frac{C * F * P_m}{M_n + M_f}$$

- Momento de las fuerzas de rozamiento con respecto a la articulación de la zapata puede determinarse por:

$$M_f = \frac{\mu_1 * P_m * w * r_t}{\sin \theta_m} * \int_{\theta_1}^{\theta_2} \sin \theta * (r - a * \cos \theta) d\theta$$

CÁLCULO DE TAMBOR DE FRENO

- El momento de las fuerzas normales con respecto a la articulación de la zapata puede determinarse por:

$$M_n = \frac{a * P_m * w * r_t}{\sin \theta_m} * \int_{\theta_1}^{\theta_2} \sin^2 \theta d\theta$$

- Para $\mu_1 = 0.32$
 - ancho de zapata $w = 0.03 \text{ m}$
 - El momento de frenada es:
$$M_f = 514.65 \text{ N} - \text{m}$$
 - Radio interno del tambor o campana $r_t = 0.12 \text{ m}$
 - Un valor de $\theta_1 = 0^\circ$ y $\theta_2 = 140^\circ$
 - Presión máxima $P_m = 1000000 \text{ Pa}$
-

CÁLCULO DE TAMBOR DE FRENO

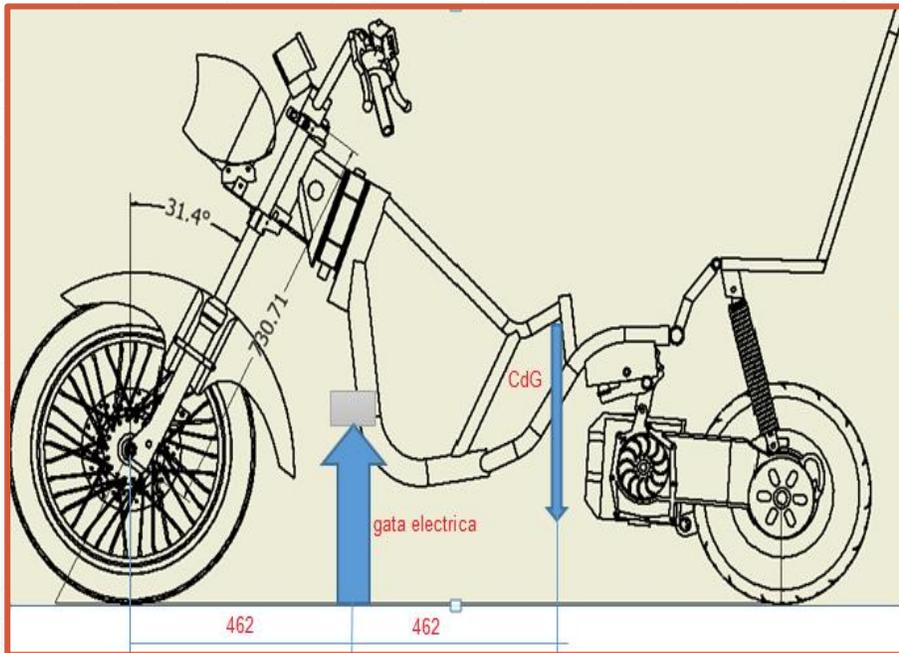
- $c = 0.162 \text{ m}$
- De cálculo del freno de disco $F = 5146.5 \text{ N}$
- $M_f = 138.24 \text{ N} - \text{m}$
- $M_n = 400.14 \text{ N} - \text{m}$
- $P'_m = 1422879 \text{ Pa}$
- $M_{fderecha} = 221.25 \text{ N} - \text{m}$
- $M_{fizquierda} = 300.15 \text{ N} - \text{m}$
- Luego el momento total de frenado que soportan estas zapatas es de:
- $M_{total} = M_{fderecha} + M_{fizquierda}$
- $M_{total} = 521.4 \text{ N}$

Momento necesario para frenar la moto es de 514.65 N-m y comparando con el momento de frenado que soporta las zapatas calculadas se tiene que este diseño es efectivo para lograr detener la motocicleta.

Díámetro interno de la campana del rin	Ancho de las zapatas	Angulo de cobertura de las zapatas	Espesor de las zapatas
240 mm	30mm	140 grados	3mm

DISEÑO DEL SISTEMA DE PLEGADO

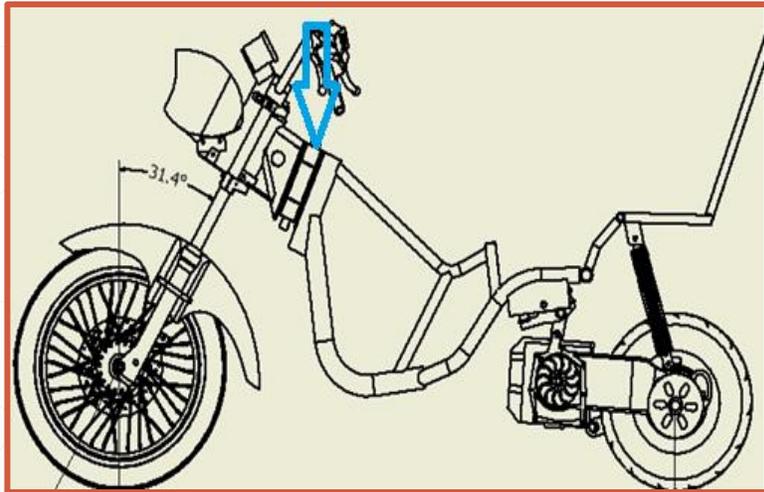
- Medio de elevación



VALORES	REQUERIDOS	GATA ELECTRICA
PESO	80,11 Kg	2000 Kg
ALTURA	0,2m	0,385m
VOLTAJE	12-48 V	12-24 V

DISEÑO DEL SISTEMA DE PLEGADO

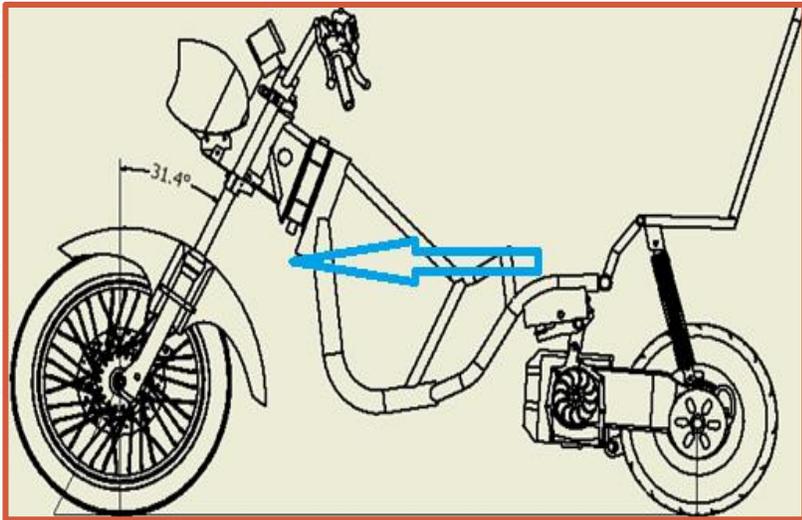
- Medio de activación



VALORES	REQUERIDOS	BALA ELÉCTRICA
FUERZA	1,5 Kg	3 Kg
CARRERA	0,03m	0,035m
VOLTAJE	12-48 V	12-24 V

DISEÑO DEL SISTEMA DE PLEGADO

- Medio de ejecución



VALORES	REQUERIDOS	ACTUADOR ELÉCTRICO
FUERZA	785,078 N	1500-4000 N
CARRERA	0,230m	0,30m
VOLTAJE	12-48 V	12-24 V

SISTEMA ELÉCTRICO Y CONTROL DEL PLEGADO

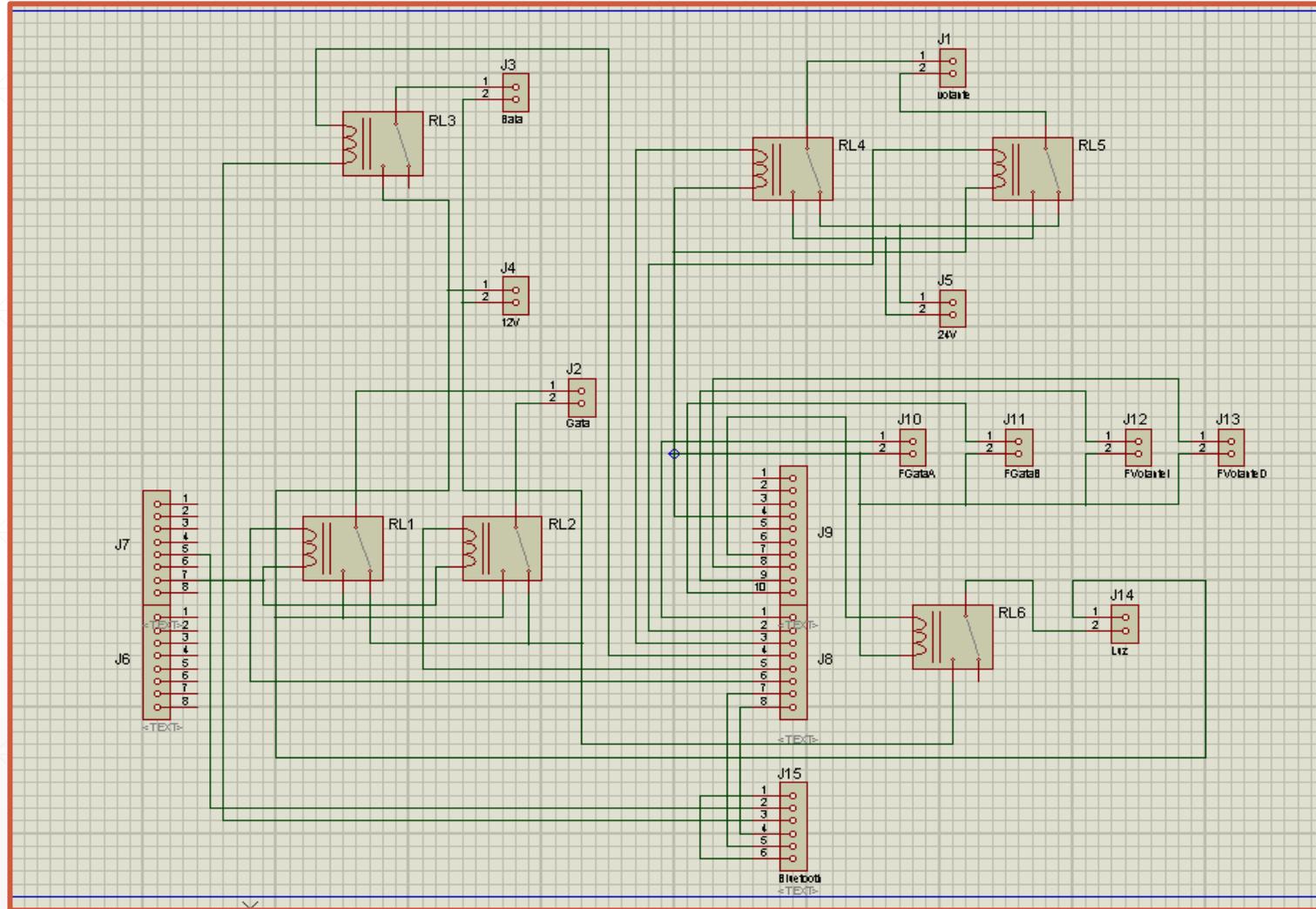
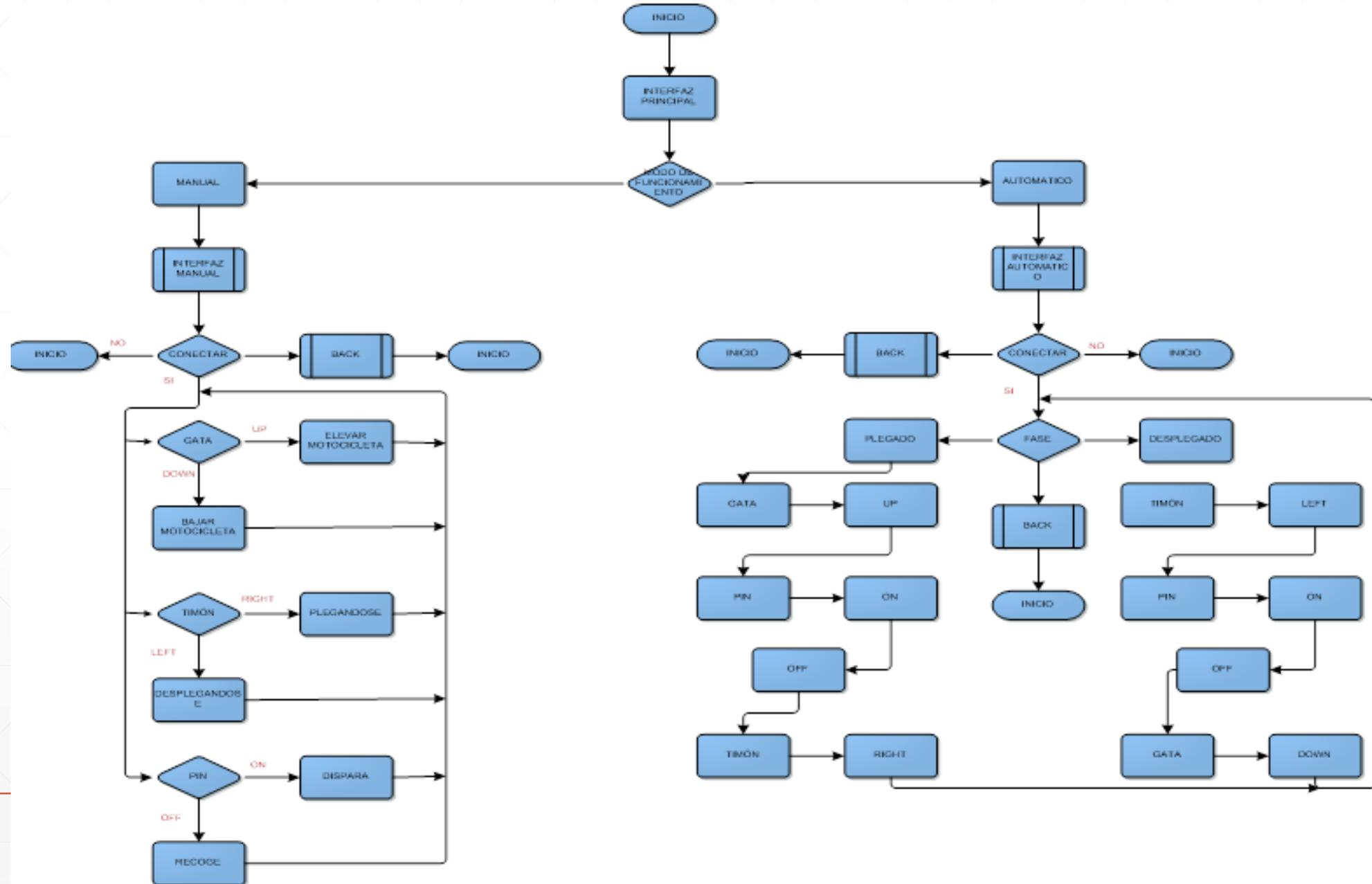
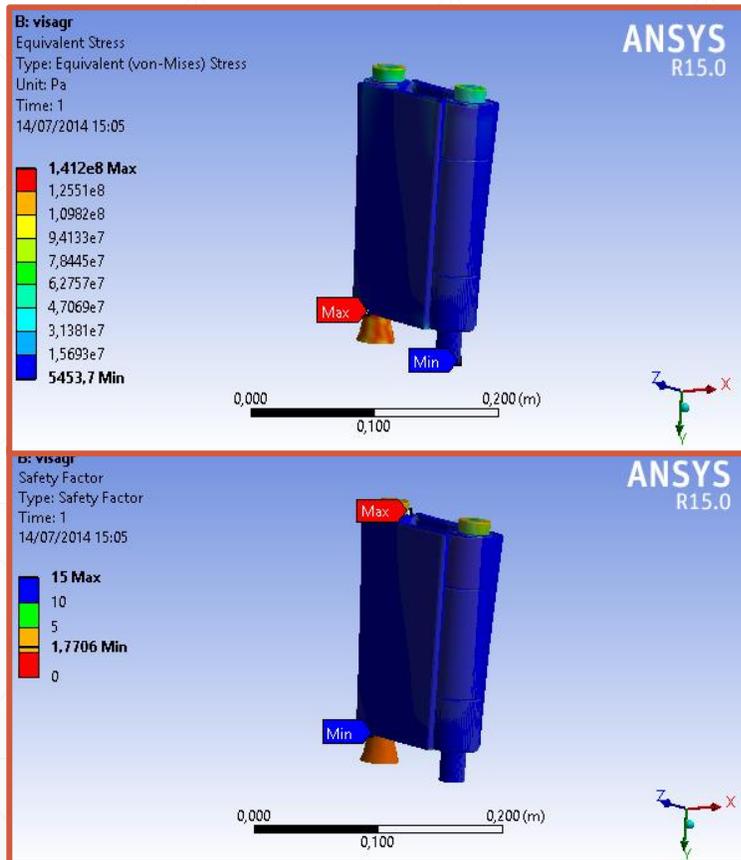


DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA PROGRAMACIÓN



ANÁLISIS DE LA BISAGRA



Pieza	SOPORTE	DEL
	BASCULANTE	
Fuerza sometida	786N, 1358N, 118N-m, 118N-m y 95 N-M	
Nodos	105802	
Elementos	47244	
Material	ASTM A 501	
Deformación máxima posible	3,027e ⁻⁵ m	
Esfuerzo de fluencia	141,2 MPa	
Esfuerzo mínimo de ruptura	250 MPa	
Factor de seguridad	1,77	

CAPÍTULO IV

4 IMPLEMENTACIÓN DE LA MOTOCICLETA ELÉCTRICA PLEGABLE

Diagrama de Flujo de Proceso de Ensamble

Actividad: Ensamble de los sistemas complementarios		ACTIVIDAD	ACTUAL	PROP.	ACRR.
Fecha: Julio 1 del 2014		Operación	0	65	
OPERADOR: Jorge De La Cruz		Transporte	0	0	
Método: Actual		Inspección	0	30	
Tipo: Técnico		Retraso	0	0	
Comentario: Una vez seleccionado los distintos elementos de acuerdo a los cálculos realizados, se procede a ensamblar las piezas guardando un orden para procurar realizar un trabajo eficiente.		Almacenaje	0	20	
		TIEMPO	0	115	
		DISTANCIAS	0	12	
		COSTOS	0	6000	

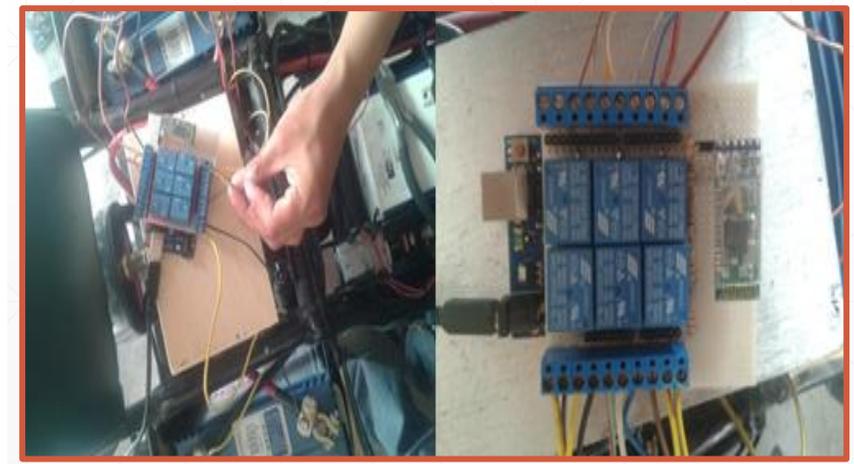
DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	SÍMBOLO					TIEM. (min)	DISTAN. (met)	MÉTODO RECOMENDADO
	○	➔	□	◐	▽			
Inspección de los elementos a ensamblarse						15	1	
Ensamblar el sistema de dirección y suspensión delantera						15	1	
Ensamblar todos los elementos que conforman el basculante						5	1	
Fijación del basculante junto al tren motriz utilizando pernos adecuados						5	2	
Inspección del avance 1 del ensamble						5	1	
Ensamblar los amortiguadores de la suspensión trasera y anclar al bastidor						15	1	
Inspeccionar que el ensamble sea adecuado y la fijación de los pernos al bastidor						5	1	
Inspección del avance 2 del ensamble						5	1	
Fijación de los elementos ensamblados al neumático trasero.						10	1	
Ubicación de los actuadores eléctricos						10	1	
Verificación del funcionamiento correcto de la bisagra						20	1	



Diagrama de Flujo de Proceso de Ensamble

Actividad: Ensamble del Sistema Eléctrico del plegado		ACTIVIDAD	ACTUAL	PROP.	AHORR.
		Operación	0	75	
Fecha: Julio 1 del 2014		Transporte	0	0	
		Inspección	0	25	
OPERADOR: Jorge De La Cruz		ANALISTA: Arias, De La Cruz, Tutillo			
Método: Actual		Presupuesto: \$1			
Tipo: Técnico		Materia: Diversos			
Comentario: Una vez seleccionado los distintos elementos eléctricos y electrónicos de acuerdo a los cálculos realizados, se procede a ensamblar las piezas guardando un orden para procurar realizar un trabajo eficiente.		TIEMPO	0	100	
		DISTANCIAS	0	11	
		COSTOS	0	6000	

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	SÍMBOLO					TIEM. (min)	DISTAN. (met)	MÉTODO RECOMENDADO
	○	➡	□	◐	▽			
Inspección de los elementos a ensamblarse						15	1	
Diseño del circuito						15	1	
Fijación de las fuentes para los actuadores y el medio de control						5	1	
Ubicación de los elementos de control del sistema de plegado						5	2	
Conexión del circuito de activación de los actuadores						5	1	
Conexión del circuito de fuente de alimentación del módulo Bluetooth						15	1	
Inspección del avance 1 del ensamble						5	1	
Instalación de los elementos de activación y control						5	1	
Inspección final del ensamble						10	1	
Pruebas de funcionamiento						20	1	



PROPUESTA FINAL



CAPÍTULO V

5 PROTOCOLO DE PRUEBAS

PARAMETROS DE LA MOTOCICLETA



Distancia

Longitud 205 cm

Alto 110 cm

Ancho 90 cm

Eje a Eje 145 cm

Masa

Delantero 43,6 kg

Trasero 85 kg

EN ESTADO ESTÁTICO

SISTEMAS DE SUSPENSIÓN, DIRECCIÓN Y FRENOS



Sin Ocupante	Muelle Trasero	244 mm
	Suspensión delantera	144 mm
Con Ocupante	Muelle Trasero	232 mm
	Suspensión delantera	128 mm
Ángulo de Lanzamiento		33°

Velocidad



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

ESTACIONAMIENTO



30%

CONCLUSIONES

- Se calculó técnica y matemáticamente los parámetros necesarios para poder dimensionar correctamente los elementos de los sistemas complementarios (suspensión, dirección, frenos y plegado) de la motocicleta eléctrica plegable.
- Se seleccionó adecuadamente los distintos elementos mecánicos que intervienen directamente en los sistemas de dirección, suspensión y frenos.
- Se realizó distintas modificaciones en el basculante para la readecuación del motor eléctrico con el CVT.

CONCLUSIONES

- Se pudo variar la velocidad de funcionamiento de cada uno de los actuadores modificando el voltaje de entrada a los mismos esto es de 0 – 24V.
- Se realizó las pruebas de rodaje confirmando la efectividad de los sistemas complementarios de la motocicleta eléctrica plegable y de esta manera se mejoró el confort del piloto.
- Se automatiza el proceso del plegado cumpliendo con los parámetros requeridos para poder ahorrar espacio de aparcamiento de acuerdo con Simtel y de esta manera demostrando que las tecnologías actuales ayudan a los procesos mecánicos manuales.

CONCLUSIONES

- Se observó que el desarrollo de vehículos eléctricos, es un reto propio para una generación de investigadores con conciencia ambiental, y de esta manera se construye una puerta al progreso debido a las grandes oportunidades que el país ofrece actualmente en beneficio del cambio de la matriz productiva.

RECOMENDACIONES

- Considerar los mantenimientos tanto preventivo como correctivo que se les debe dar a los sistemas complementarios de la motocicleta.
- Instalar la aplicación para la manipulación del sistema de plegado en celulares con sistemas androide mejorados mínimo 4.2 y sistemas bluetooth actuales.
- Anclar o vincular siempre el bluetooth del sistema de plegado con el del Smartphone antes de la utilización de la aplicación para este sistema.

RECOMENDACIONES

- Limitar la corriente desde valores menores al 50% para verificar el comportamiento de todos los componentes montados en la motocicleta, porque de esta manera se puede palpar la potencia de los actuadores eléctricos y al mismo tiempo se previene daños en los mismos.
- Analizar la posibilidad mejorar el mecanismo de plegado con el fin de reducir aún más el tamaño de la motocicleta y de esta manera ahorrar mucho más el espacio de aparcamiento.

Gracias