



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica Carrera de Ingeniería Automotriz

**Trabajo de unidad de integración curricular, previo a la obtención del
título de Ingeniero Automotriz**

**Tema: “Dimensionamiento e implementación del sistema motor,
transmisión y eléctrico del vehículo prototipo tipo Tumbler”**

Autores:

Alvarez Gavilanes, Carlos Arturo

Vivanco Sopa, Josue Damian

Tutor:

Msc. Cruz Arcos, Guillermo Mauricio

Latacunga, Febrero 2024



“La ciencia puede divertirnos y fascinarnos pero es la ingeniería la que cambia al mundo”

Isaac Asimov



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Contenido

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

- Resumen
- Antecedentes
- Planteamiento del problema
- Descripción del proyecto
- Justificación
- Importancia
- **Objetivos de proyecto**
 - Objetivo General
 - Objetivos Específicos
- Hipótesis

SELECCIÓN DE LOS SISTEMAS

- Sistema Motor
- Sistema de Transmisión
- Sistema Eléctrico

IMPLEMENTACIÓN Y PRUEBAS DE LOS SISTEMAS

- **Implementación**
 - Sistema Motor
 - Sistema de Transmisión
 - Sistema Eléctrico
- **Pruebas**
 - Sistema Motor
 - Sistema de Transmisión
 - Sistema Eléctrico

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES



Resumen

1

Se realizó la investigación bibliográfica referente al dimensionamiento y selección de los sistemas, así como las pruebas para probar la funcionalidad de los mismos.

2

A partir de la investigación se procedió a la selección minuciosa de cada sistema y sus componentes, considerando normativas y especificaciones requeridas para los mismos.

3

Con la selección de los componentes necesarios para cada sistema se procedió a su debida implementación tomando como base la información obtenida de la investigación y selección.

4

Después de la implementación adecuada se procedió a la comprobación de la funcionalidad de cada uno de los sistemas, aplicando métodos estandarizados y comunes.



Antecedentes



Representa un desafío técnico acerca del dimensionamiento e implementación del sistema motor, transmisión y eléctrico para el vehículo prototipo tipo Tumbler



Se destaca la complejidad que demanda un profundo conocimiento en diversas áreas y disciplinas de la ingeniería automotriz.



La primera consideración trascendental se centra en la adaptación del motor para este vehículo en singular

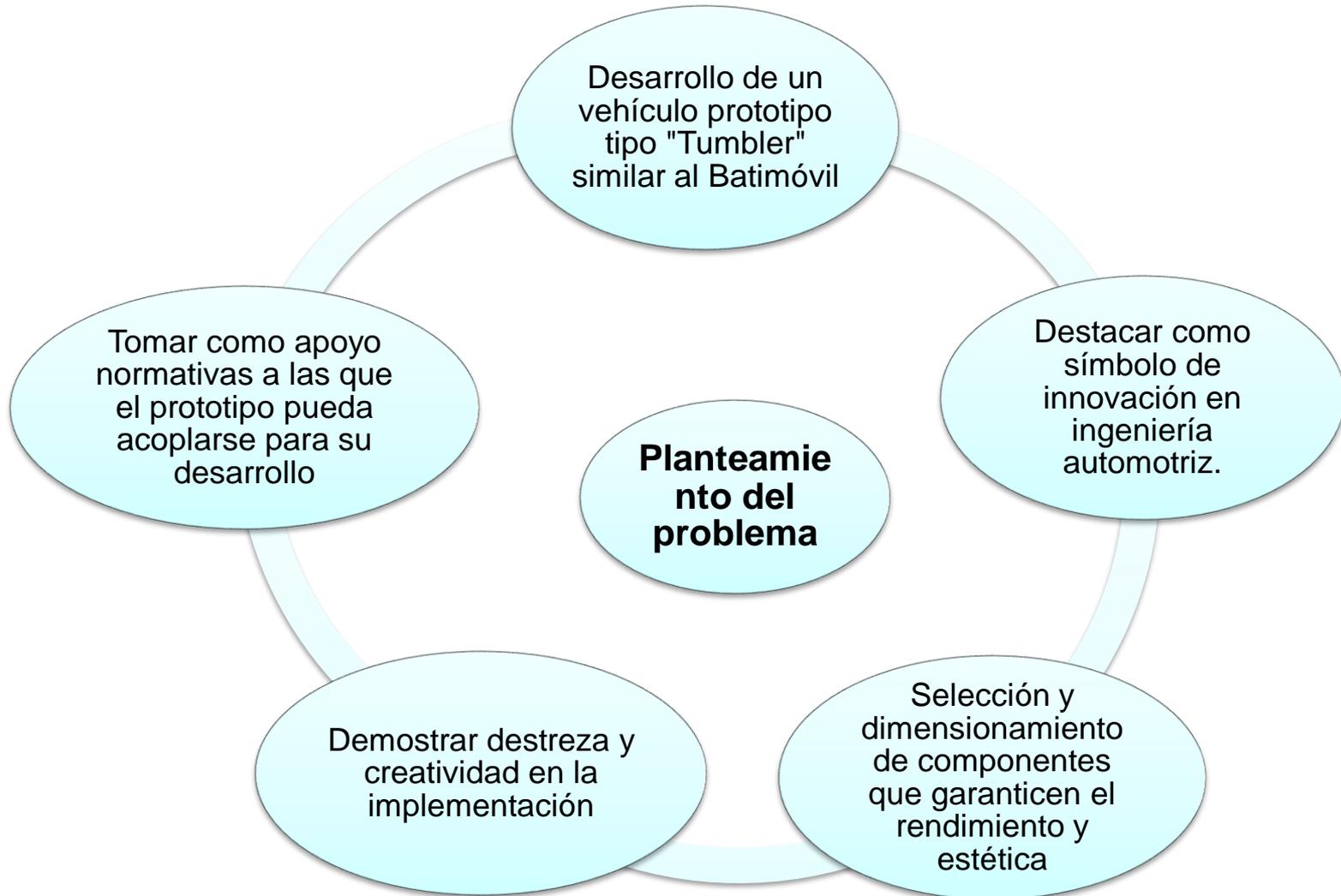


La elección adecuada y óptima de un sistema con caja de cambios y diferencial se presenta como una opción estratégica

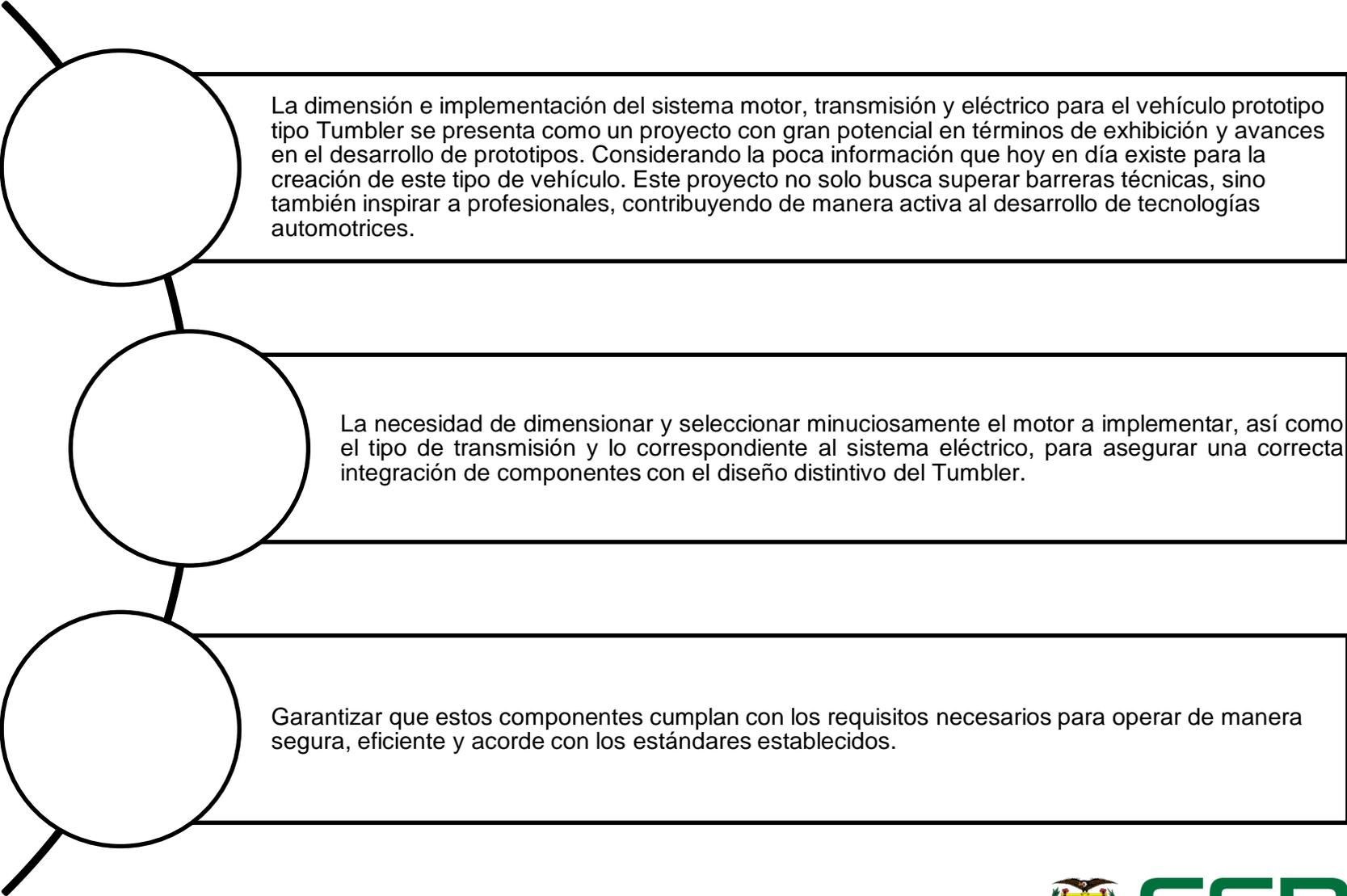


La implementación de sistema eléctrico adecuado y necesario para este tipo de vehículo, aplicando tecnologías más eficientes.





Justificación e importancia



La dimensión e implementación del sistema motor, transmisión y eléctrico para el vehículo prototipo tipo Tumbler se presenta como un proyecto con gran potencial en términos de exhibición y avances en el desarrollo de prototipos. Considerando la poca información que hoy en día existe para la creación de este tipo de vehículo. Este proyecto no solo busca superar barreras técnicas, sino también inspirar a profesionales, contribuyendo de manera activa al desarrollo de tecnologías automotrices.

La necesidad de dimensionar y seleccionar minuciosamente el motor a implementar, así como el tipo de transmisión y lo correspondiente al sistema eléctrico, para asegurar una correcta integración de componentes con el diseño distintivo del Tumbler.

Garantizar que estos componentes cumplan con los requisitos necesarios para operar de manera segura, eficiente y acorde con los estándares establecidos.



Objetivos del proyecto

Objetivo General

- Dimensionar y seleccionar el sistema motor, transmisión y eléctrico del prototipo, en base a la investigación bibliográfica, fichas técnicas y normativas aplicables para este tipo de vehículo, con la implementación de componentes de acuerdo a las necesidades requeridas.

Objetivos Específicos

- Investigar bibliografía, referente al dimensionamiento y selección de componentes correspondientes al sistema motor, transmisión y eléctrico del prototipo.
- Seleccionar los componentes correspondientes al sistema motor, transmisión y eléctrico del prototipo, de acuerdo con normativa y especificaciones requeridas.
- Implementar los sistemas seleccionados para el vehículo siguiendo información obtenida tanto de la investigación bibliográfica como de las fichas y normas existentes o que tenga similitud para este tipo de vehículo.
- Comprobar el funcionamiento del sistema motor, transmisión y eléctrico del vehículo prototipo, mediante pruebas de consumo, potencia e iluminación.



Hipótesis

¿El tipo de motor, transmisión y sistema eléctrico implementados en el vehículo Tumbler tendrán un impacto directo en su desempeño?



Desarrollo de la propuesta

Selección - Sistema Motor

Matriz de evaluación cuantitativa del sistema motor de acuerdo con las necesidades.

Ítem	Frontal	Central	Posterior
Aspecto del prototipo	0	3	5
Equilibrio de pesos entre ejes	4	4	4
Facilidad de acceso al motor	4	2	3
Refrigeración	4	2	2
Espacio disponible	4	3	3
TOTAL	16	14	17

Valores de masa de sistemas

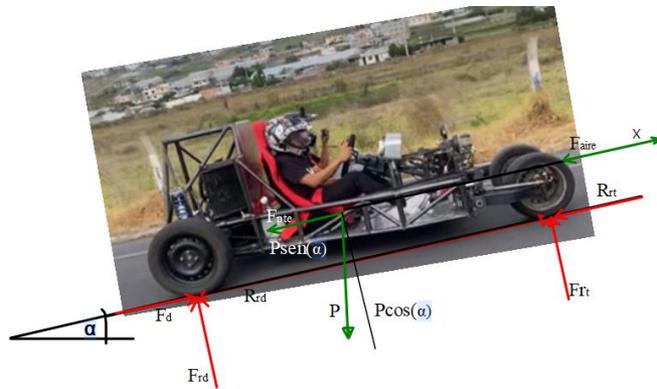
Valor de la masa aproximados de los distintos sistemas que componen el prototipo Tumbler	
Motor	80 kg
Transmisión	60 kg
Ejes	13 kg
Faros delanteros	0.49 kg
Faros posteriores	0.22 kg
Componentes del sistema eléctrico	6 kg
Componentes del sistema de transmisión	10 kg
Tanque de combustible	20.52 kg
Estructura	82.22 kg
Sistema de seguridad y frenos	155 kg
Sistema de suspensión	17.76 kg
Sistema de dirección	23.28 kg
Total	468.49 kg



Desarrollo de la propuesta

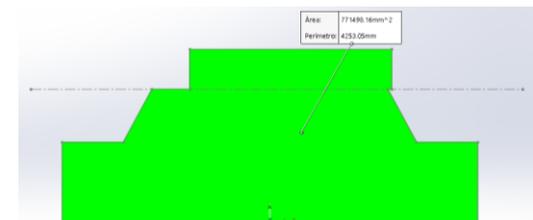
Selección - Sistema Motor

Diagrama de fuerzas en el vehículo



- Tomando los datos de la normativa INEN 2313:2009 se conoce que la velocidad mínima del aire debe ser $25 \frac{m}{s}$.
- El valor de la densidad del aire es $1.11 \frac{kg}{m^3}$ a 2000 m de altura.
- El valor del coeficiente de resistencia del aire en vehículos turismo es de 0.2 a 0.4
- A partir de la simulación de la estructura en SolidWorks se determina el área es de $0.7715 m^2$.
- Suponiendo un ángulo de pendiente de 10° .

Resistencia a la marcha F_d
$F_d - R_r - F_{air} - F_{pte} = m \cdot a$ $F_d = R_r + F_{air} + F_{pte}$ $F_d = 1075.62 N$
Fuerza de resistencia aerodinámica F_{air}
$F_{air} = 0.5 \cdot \rho \cdot v^2 \cdot A_f \cdot C_x$ $F_{air} = 0.5 \cdot \left(1.11 \frac{kg}{m^3}\right) \cdot \left(25 \frac{m}{s}\right)^2 \cdot (0.7715 m^2) \cdot (0.3)$ $F_{air} = 80.28 N$
Fuerza de resistencia debida a la pendiente F_{pte}
$F_{pte} = m \cdot g \cdot \sin(\theta)$ $F_{pte} = (538.49 kg) \cdot \left(9.81 \frac{m}{s^2}\right) \cdot (\sin(10^\circ))$ $F_{pte} = 917.31 N$
Resistencia de la rodadura R_r
$R_r = k \cdot m \cdot g \cdot \cos(\theta)$ $R_r = (0.015) \cdot (538.49 kg) \cdot \left(9.81 \frac{m}{s^2}\right) \cdot (\cos(10^\circ))$ $R_r = 78.03 N$



Desarrollo de la propuesta

Selección - Sistema Motor

Potencia requerida

$$P = F_d \cdot v$$

$$P = (1075.62 \text{ N}) \cdot \left(25 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)$$

$$P = 26890.5 \text{ W} = 26.89 \text{ kW}$$

$$26.89 \text{ kW} \cdot \frac{1.34102 \text{ hp}}{1 \text{ kW}} = 36.06 \text{ hp}$$

Matriz de selección del sistema motor

Ítem	2 cilindros	3 cilindros	4 cilindros
Permite una posición del motor posterior	Si	Si	Si
Tipo de motor	Motocicleta	Vehículo	Vehículo
Modelo de vehículo	Honda – XR250	Suzuki - Swift I 1.0	Suzuki - Swift II 1.3
Torque	21.5 Nm	75 Nm	99 Nm
Potencia	20.2 Hp	49 Hp	67 Hp
Relación Peso/Potencia	6.63 kg / hp	13.5 kg / hp	11 kg / hp
Capacidad de combustible	11.5 L	31 L	40 L
Consumo medio de combustible	3.78 L / 120 km	5.3 L / 100 km	5.8 L / 100 km
Costo aproximado	200 \$	600 \$	800 \$



Desarrollo de la propuesta

Selección - Sistema Motor

WLTP

$$\frac{P}{m} = \frac{37000 W}{410 kg} = 90.24$$

Ciclo de prueba WLTP Clase 3

Parámetros	Baja	Medio	Alto
Duración, s	590	433	455
Duración de parada, s	145	47	29
Distancia, m	3095	4756	7162
% de paradas	24.6	10.9	6.4
Velocidad máxima, km/h	56.5	76.6	97.4
Velocidad media sin paradas, km/h	25	44.4	60.5
Velocidad media con paradas, km/h	18.9	39.5	56.7

Consumo de combustible

$$C = \frac{100 \cdot V_K}{s}$$
$$C = \frac{100 \cdot 1 L}{15.013 km} = 6.66 \frac{L}{100 km}$$

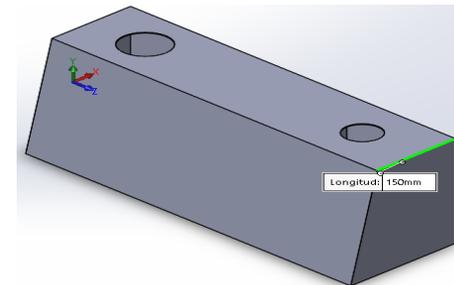
Diseño del tanque de combustible

Propiedades de masa de Tanque de combustible
Configuración: Predeterminado
Sistema de coordenadas: -- predeterminado --

Densidad = 1.00 gramos por centímetro cúbico

Masa = 1340.01 gramos

Volumen = 1340.01 centímetros cúbicos



$$V_{Tanque} = V_{vacío} - V_{Estructura} = 26.58 L - 1.34 L$$
$$V_{Tanque} = 25.24 L$$

$$m_T = m_{comb} + m_{est} = 19.18 kg + 1.34 kg$$
$$m_T = 20.52 kg$$



Desarrollo de la propuesta

Selección - Sistema de Transmisión

Matriz de evaluación cuantitativa del sistema de transmisión de acuerdo con las necesidades.

Ítem	Transmisión Cadena - Catalina	Transmisión Manual	Transmisión Automática
Diseño	5	4	3
Control	3	5	4
Costo	5	4	3
Eficiencia	3	5	4
Durabilidad	4	5	4
TOTAL	20	23	18

Matriz de selección del sistema de transmisión

Ítem	Manual Cadena - Catalina	Manual	Automática
Durabilidad	Media	Alta	Media
Costo de mantenimiento	Bajo	Bajo	Medio
Control de cambios	Por el usuario	Por el usuario	Automático
Sistemas Integrados	Ninguno	Ninguno	ECU - TCM
Costo	100 \$	300 \$	-
Consumo de combustible	Alto	Alto	Medio
Eficiencia	Alta	Alta	Media
Comodidad	Baja	Media	Alta
Disponibilidad	Alta	Alta	Baja



Desarrollo de la propuesta

Selección - Sistema de Transmisión

Relaciones de transmisión

Marcha	Relación
1ra	3.42 : 1
2da	1.89 : 1
3ra	1.28 : 1
4ta	0.91 : 1
5ta	0.76 : 1
Marcha atrás	2.92 : 1
Reducción Final	4.11 : 1

Velocidad máxima a primera marcha

$$v = \frac{2 \cdot (297.8 \text{ m}) \cdot \pi \cdot (3600 \text{ rpm}) \cdot 3.6}{(3.42) \cdot (4.11) \cdot 60 \cdot 1000} = 27.78 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

$$27.78 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} \cdot \frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}} = 7.7166 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v_{real \text{ max}} = \left(27.78 \frac{\text{km}}{\text{h}} \right) \cdot (0.6956) = 19.32 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

Medidas de Neumáticos: 195/55/R15

$$r_{din} = 0.55 \cdot 195 \text{ mm} \cdot \frac{1 \text{ m}}{1000 \text{ mm}} + \frac{15 \text{ in}}{2} \cdot \frac{0.0254 \text{ m}}{1 \text{ in}}$$
$$r_{din} = 0.2978 \text{ m} = 297.8 \text{ mm}$$

Velocidad máxima

$$v = \frac{2 \cdot r_{din} \cdot \pi \cdot n \cdot 3.6}{i_{trans} \cdot i_{diff} \cdot 60 \cdot 1000}$$

$$v = \frac{2 \cdot (297.8 \text{ m}) \cdot \pi \cdot (5800 \text{ rpm}) \cdot 3.6}{(0.76) \cdot (4.11) \cdot 60 \cdot 1000} = 208.46 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

$$\mu_{real} = \frac{v_e}{v} = \frac{145 \text{ km/h}}{208 \text{ km/h}} = 0.6956$$

$$v_{real \text{ max}} = v_{max} \cdot \mu_{real}$$

$$v_{real \text{ max}} = \left(208.46 \frac{\text{km}}{\text{h}} \right) \cdot (0.6956) = 145 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$



Desarrollo de la propuesta

Selección - Sistema de Transmisión

Tracción

$$T_{max} = T \cdot i_T$$

$$T_{max} = (75 \text{ N} \cdot \text{m}) \cdot (3.42 \cdot 4.11) = 1054.212 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$T = F_d \cdot r_{din}$$

$$T = (1367.23 \text{ N}) \cdot (0.2978 \text{ m}) = 407.16 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Matriz de selección del accionamiento del embrague

Características	Accionamiento Mecánico	Accionamiento hidráulico
Fuerza de trabajo	3	5
Costo mantenimiento	5	3
Comodidad	4	5
Eficiencia	4	4
Degaste de componentes	4	4
Simplicidad	5	3
Implementación	5	3
Total	30	27



Desarrollo de la propuesta

Selección - Sistema Eléctrico

Datos técnicos de la batería

Norma AWG

Especificaciones	Descripción	Imagen
Modelo	S4 NS40 FE F 600	
Voltaje	12	
CCA 0°C (A)	440	
CCA 27°C (A)	520	
Categoría	S4	
Largo (mm)	210	
Ancho (mm)	137	
Alto (mm)	221	
Peso (Kg)	10.6	
Capacidad (Ah)	42	
Reserva (Min)	71	

THHN o THWN-2 puede ser usado en lugares secos y húmedos, su temperatura máxima de operación de 90 °C, así mismo cuando están expuestos a aceites, grasas, pinturas, solventes químicos, etc. su temperatura máxima de operación es 75 °C. En cuanto a su tensión de servicio, para todas las aplicaciones, es de 600 V

Matriz de evaluación cuantitativa del sistema de iluminación de acuerdo con las necesidades.

Ítem	Halógenas	Incandescentes (Xenón)	LED
Costo	4	3	5
Eficiencia	3	3	5
Consumo de energía	2	3	5
Durabilidad	4	3	5
Mantenimiento	4	3	5
Tiempo de respuesta	4	3	5
Aplicaciones	3	3	5
Seguridad	5	1	5
Total	29	22	40

Datos de selección de faros

Faros LED Delanteros		Faros LED Posteriores	
Potencia	60 W	Potencia	8 W
Voltaje	12 V	Voltaje	12 V



Desarrollo de la propuesta

Selección - Sistema Eléctrico

Resumen de conceptos y requisitos. NTE INEN 1155

Circuito	Concepto	Descripción
Posición	Indican la presencia y ancho del vehículo desde el frente y detrás.	Instalación: 1 por cada lado Luz delantero: Color blanco o ámbar Luz Posterior: Color rojo
Altas Bajas	Altas: Iluminan distancias extensas del camino por delante del vehículo. Bajas: Ilumina la vía sin deslumbrar a conductores en sentido contrario.	Color: Blanco
Dirección Intermitentes	Dirección: Señalan cambios de dirección a otros usuarios. Intermitentes: Advierten sobre peligros, estacionamiento o emergencias	La frecuencia de los destellos debe ser de 90 ± 30 períodos por minuto. Luz delantera: Ámbar Luz posterior: Ámbar o rojo
Frenado	Emiten una luz intensa y fija al aplicar el freno, indicando la intención del conductor de detenerse o reducir velocidad.	Color: Rojo
Reversa	Se activa al colocar el vehículo en reversa, proporcionando iluminación posterior.	Color: Blanco

INEN, NTE INEN 1155. Vehículo Automotores. Dispositivos para mantener o mejorar la visibilidad. Requisitos, 2009

Incorporadas o próximas a los faros delanteros y vértices de la carrocería a no más de 400 mm de los extremos laterales y entre 350 mm y 1500 mm de altura respecto del suelo (hasta 2 100 mm para camiones o tractocamiones)



Desarrollo de la propuesta

Selección - Sistema Eléctrico

Cálculo de amperaje en los circuitos de iluminación

Circuito	Diagrama en Liveware	Calculo
Posición	<p>Luces de posición</p>	$I = \frac{P}{V} = \frac{2 \cdot (60 W) + 2 \cdot (8 W)}{12 V} = 11.33 A$
Altas - Bajas	<p>Altas y bajas</p>	$I = \frac{P}{V} = \frac{2 \cdot (60 W)}{12 V} = 10 A$
Dirección Intermitentes	<p>Dirección Intermitentes</p>	$I = \frac{P}{V} = \frac{2 \cdot (60 W) + 2 \cdot (8 W)}{12 V} = 11.33 A$
Frenado	<p>Freno</p>	$I = \frac{P}{V} = \frac{2 \cdot (8 W)}{12 V} = 1.33 A$
Reversa	<p>Reversa</p>	$I = \frac{P}{V} = \frac{2 \cdot (8 W)}{12 V} = 1.33 A$



Desarrollo de la propuesta

Selección - Sistema Eléctrico

Resumen de calibre, fusible y relé empleados

Circuito	Calibre	Fusible	Relé	Tipo
Posición	16	15 A	30 A	TH-R905
Altas – Bajas	16	10 A – 15 A	30 A	TH-R905
Dirección Intermitentes	16	15 A	30 A	TH-S502
Frenado	16	2 A	No requiere	
Reversa	16	2 A	No requiere	

Resumen de datos circuitos de carga – arranque – encendido

Circuito	Datos técnicos	Cálculo	Descripción
Alternador	Voltaje: 12 V Corriente: 50 A	No es necesario, los datos indican que genera 50 A de corriente.	
Arranque	Voltaje: 12 V Potencia: 0.8 kW	$I = \frac{P}{V} = \frac{800 W}{12 V} = 66.667 A$	
Encendido	Voltaje: 12 V	En la ficha técnica del vehículo, se emplea un fusible de 20 A.	



Desarrollo de la propuesta

Selección - Sistema Eléctrico

Resumen de calibre, fusible y relé empleados

Circuito	Diagrama en Livewire	Calibre	Corriente
Carga	<p style="text-align: center;">Circuito carga</p>	10	50 A – 60 A
Arranque	<p style="text-align: center;">Arranque</p>	8	70 A
Encendido	<p style="text-align: center;">Circuito de encendido</p>	16	20 A



Desarrollo de la propuesta

Selección - Sistema Eléctrico

Especificación del calibre de cable, fusible y relé de los sistemas eléctricos de control.

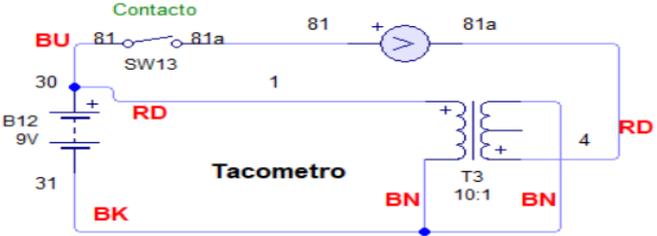
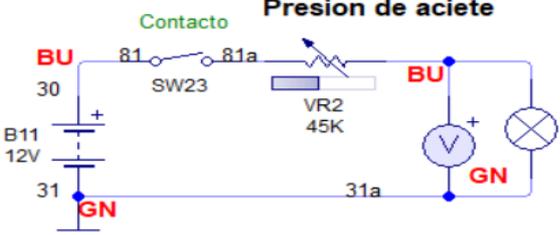
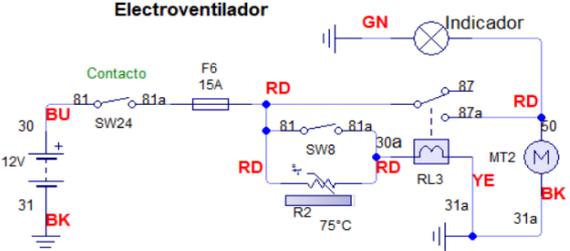
Circuito	Calibre	Fusible	Relé
Tacómetro	18	No requiere	No requiere
Presión de aceite	18	No requiere	
Temperatura del motor	18	15 A	
Nivel de combustible	18	15 A	No requiere
Claxon	18	20 A	30 A
Electroventilador	18	15 A	30 A
Corta corriente	8	No requiere	No requiere



Desarrollo de la propuesta

Selección - Sistema Eléctrico

Diagramas eléctricos del sistema de control.

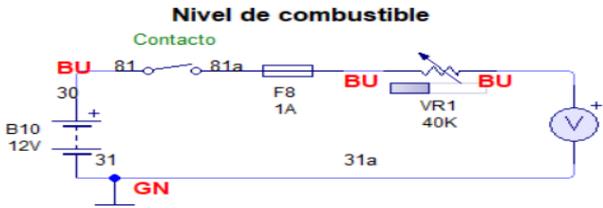
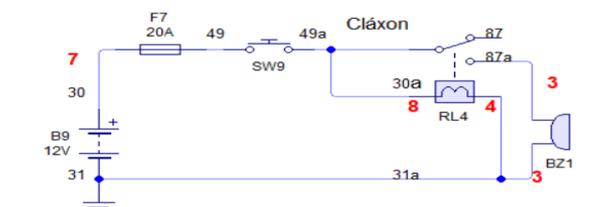
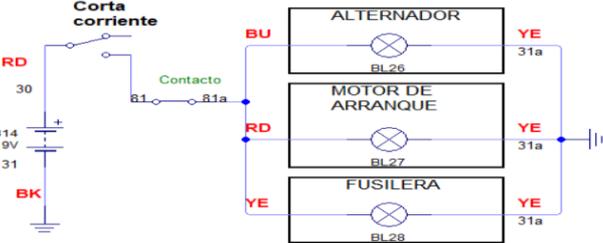
Circuito	Diagrama en Livewire	Imagen
Tacómetro		
Presión de aceite		
Temperatura del motor		



Desarrollo de la propuesta

Selección - Sistema Eléctrico

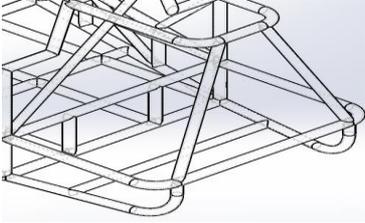
Diagramas eléctricos del sistema de control.

Circuito	Diagrama en Livewire	Imagen
<p>Nivel de combustible</p>	<p>Nivel de combustible</p> 	
<p>Claxon</p>		
<p>Corta corriente</p>		



Desarrollo de la propuesta

Implementación - Sistema Motor

Orden de implementación del sistema motor		
<p>Motor seleccionado</p> 	<p>Ubicación según el diseño</p> 	<p>Instalación en la estructura</p> 
<p>Instalación de bases del motor</p> 	<p>Montaje del motor</p> 	<p>Cambio de fluidos del motor</p> 
<p>Puesta a punto</p> 	<p>Sistema de refrigeración</p> 	<p>Sistema de encendido</p> 



Desarrollo de la propuesta

Implementación - Sistema Motor

Implementación de sistema de alimentación del motor

Montaje del carburador



Filtros



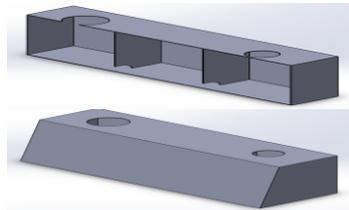
Sistema de accionamiento



Montaje del sistema de accionamiento



Diseño del tanque de combustible



Construcción del tanque de combustible



Instalación del tanque de combustible



Desarrollo de la propuesta

Implementación – Sistema de Transmisión

Implementación de sistema de transmisión

Transmisión seleccionada



Instalación de transmisión



Instalación de semi ejes



Instalación del sistema de accionamiento de marchas



Sistema de accionamiento del embrague



Instalación del accionamiento del embrague



Desarrollo de la propuesta

Implementación – Sistema Eléctrico

Implementación del sistema eléctrico		
<p>Diseño del tablero de control del vehículo</p> 	<p>Instalación del sistema de control</p> 	<p>Instalación del sistema de encendido</p> 
<p>Sistema de arranque</p> 	<p>Sistema de carga</p> 	<p>Indicadores</p> 
<p>Instalación del sistema corta corriente</p> 		



Desarrollo de la propuesta

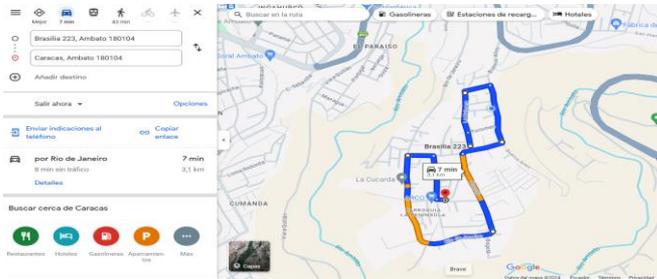
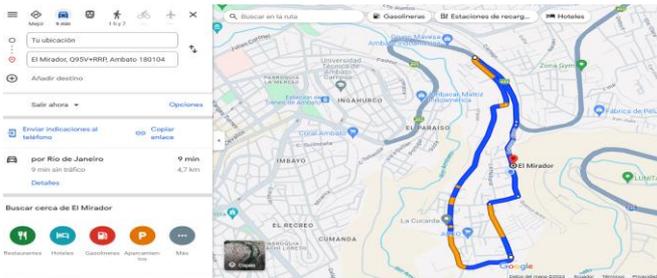
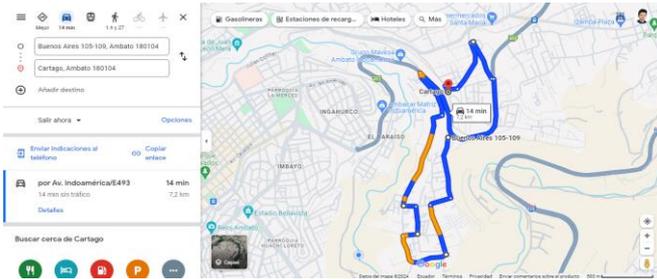
Pruebas de pendiente – Sistema Motor

Prueba	Ilustración	Demostración
<p>Pendiente 1 Ubicación: La península Ángulo: 5°</p>		
<p>Pendiente 2 Ubicación: La península Ángulo: 10°</p>		
<p>Pendiente 3 Ubicación: Colegio Rumiñahui Ángulo: 15°</p>		



Desarrollo de la propuesta

Pruebas de consumo – Sistema Motor

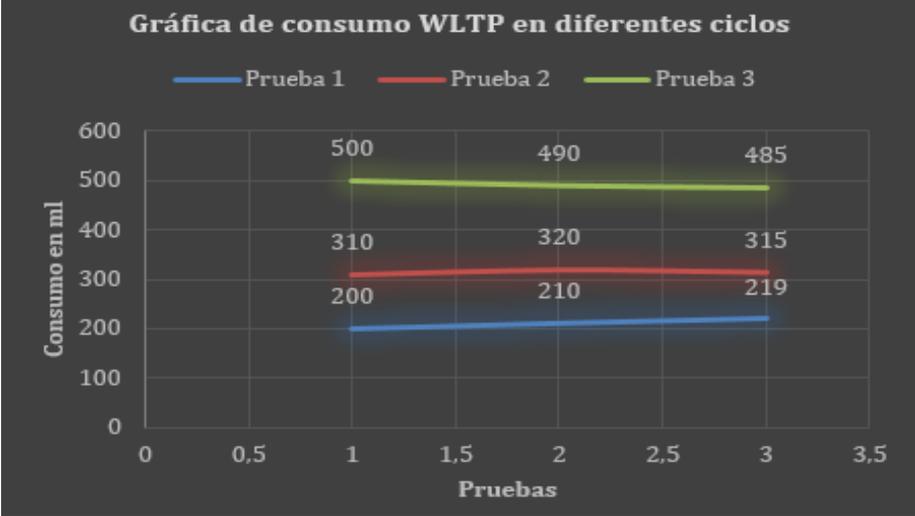
Ruta	Datos
<p data-bbox="502 307 782 335">Ruta 1 – Ciclo Bajo</p> 	<p data-bbox="1178 307 1748 492">Distancia: 3095 m Duración: 590 s Velocidad máxima: 56.5 km/h Velocidad media sin paradas: 25 km/h Velocidad media con paradas 18.9 km/h</p>
<p data-bbox="492 635 792 664">Ruta 2 – Ciclo Medio</p> 	<p data-bbox="1178 635 1748 821">Distancia: 4756 m Duración: 433 s Velocidad máxima: 76.6 km/h Velocidad media sin paradas: 44.4 km/h Velocidad media con paradas 39.5 km/h</p>
<p data-bbox="511 963 772 992">Ruta 3 – Ciclo Alto</p> 	<p data-bbox="1178 963 1748 1149">Distancia: 7162 m Duración: 455 s Velocidad máxima: 97.4 km/h Velocidad media sin paradas: 60.5 km/h Velocidad media con paradas 56.7 km/h</p>



Desarrollo de la propuesta

Pruebas de consumo – Sistema Motor

Ciclo	Datos	Prueba 1 ml	Prueba 2 ml	Prueba 3 ml
Ciclo Bajo	Consumo calculado	206		
	Consumo real	200	210	219
	Diferencia	6	4	16
Ciclo Medio	Consumo calculado	317		
	Consumo real	310	320	315
	Diferencia	7	3	2
Ciclo Alto	Consumo calculado	477		
	Consumo real	500	490	485
	Diferencia	23	13	8



Desarrollo de la propuesta

Pruebas de consumo – Sistema Motor

Ciclos	Promedio	L [km]	V total [L]	V cons [L]	Consumo Exp	Ficha	Dif
Ciclo Bajo	209,67	3,10	1	0,21	6,77	5,8	0,97
Ciclo Medio	315,00	4,76	1	0,32	6,62	5,8	0,82
Ciclo Alto	492,00	7,16	1	0,49	6,87	5,8	1,07



Desarrollo de la propuesta

Pruebas eléctricas – Sistema de Eléctrico

Sistema	Prueba	Sistema	Prueba
Alimentación		Arranque	
Encendido Control de motor		Corta corriente	
Carga			



Desarrollo de la propuesta

Pruebas de iluminación – Sistema Eléctrico

Faros

<p>Luces altas</p> <p>Luces bajas</p>		<p>Luz de posición</p>	
<p>Luces direccionales</p>		<p>Luces de emergencia</p>	
<p>Luz de reversa</p>		<p>Luz de freno</p>	



Desarrollo de la propuesta

Pruebas de iluminación – Sistema Eléctrico

Sistema	Prueba	Sistema	Prueba
Luz baja Distancia mínima: 40 m		Luz alta Distancia mínima: 200 m	

La prueba de distancia de iluminación en un vehículo es crucial para garantizar que los faros estén correctamente alineados y proporcionen la visibilidad adecuada sin deslumbrar a otros conductores. A partir de (RACE, 2006)

- Luz cruce en el vehículo debe contar con un sistema de iluminación que sea capaz de proporcionar una iluminación efectiva de al menos 40 metros de longitud.
- El alcance extendido para aumentar la distancia cubierta por la luz de carretera, pasando de 200 a 800 metros.



CONCLUSIONES

- Se determinó que la investigación bibliográfica sobre el dimensionamiento y selección de componentes para el sistema motor, transmisión y eléctrico del prototipo es esencial para garantizar el funcionamiento de este. Al comprender las especificaciones técnicas, las capacidades y las limitaciones de los componentes, se pueden tomar decisiones claras durante el proceso de selección para evitar errores al momento de la instalación.
- La selección de los sistemas motor, transmisión y eléctrico del prototipo conlleva un proceso muy riguroso y analítico donde se consideró factores de funcionalidad, potencia, consumo, normativas que se deben aplicar en cada sistema y las especificaciones requeridas en cada una de las mismas de modo que se acoplen perfectamente para la operatividad y rendimiento del prototipo.
- El motor debe tener la potencia y torque necesario para vencer la inercia, mediante los cálculos se pudo determinar que para una pendiente de 15° se necesitaría un motor de 36 hp considerando el peso aproximado de 468 kg, mediante esto se seleccionó el motor del vehículo Suzuki Forsa 993 cc del año 1988, el cual tiene una potencia de 49 hp.
- Mediante la implementación y pruebas en el sistema motor se determinó que el consumo según el protocolo WLTP en la clase 3 debido a que la relación entre la potencia y el peso de 90.4 del vehículo prototipo tiene una diferencia de 0.95 L/100 km ya que el valor teórico es de 6.66 L/100 km, el valor experimental es de 6.75, mientras que el de la ficha técnica de 5.8 L/100 km. Este valor representa una diferencia del 16.38%. Lo cual se debe a factores del entorno y propios del vehículo.
- La resistencia a la marcha del vehículo se determina mediante cálculos y de forma experimental, para esto se emplea datos como resistencia del aire, fricción, entre otros, destacando el peso del vehículo más el peso del ocupante. Con esto se determinó que para vencer la inercia en una pendiente de 15° , el vehículo necesitaría al menos 1367.23 N, lo que se traduce en 45,64 hp, los cuales son menores a los de la ficha técnica del motor con un valor de 49 hp, por ende, debe ser suficiente para subir dicha pendiente, lo cual se pudo comprobar a diferentes grados de inclinación en pendientes.



CONCLUSIONES

- Para el sistema de transmisión se determinó que la implementación de una caja de cambios manual, será idónea para el correcto funcionamiento del vehículo prototipo, debido a esto, se optó por escoger la transmisión original del vehículo Suzuki Forsa 993cc, la cual consta de 5 velocidades.
- Mediante las relaciones de transmisión que son datos de la ficha técnica se determinó la velocidad máxima del vehículo que en teoría sería de aproximadamente 145 km/h, sin embargo, dado que no se puede circular libremente por las carreteras, ya que el vehículo prototipo no se encuentra homologado, podría incurrir en una infracción, además de los límites de velocidad del país, se consideró que la velocidad máxima que se podría alcanzar es de 90 km/h, sin embargo, mediante pruebas de funcionamiento, en una recta de 650 m se alcanzó una velocidad máxima de 82 km/h.
- Se determinó el torque máximo de tracción de 1054.21 Nm en el eje motriz, con ayuda de los datos proporcionados de los neumáticos 195/55/R15, se procedió a calcular el torque necesario en una pendiente de 15°, considerando las relaciones de transmisión, es de 407.16 Nm, lo cual deja en evidencia que el torque máximo de 1054.21 Nm es mayor al torque necesario de 407.16 Nm, lo cual se comprobó en las pruebas, con la subida exitosa de la pendiente.
- El sistema eléctrico es indispensable en un vehículo, por tanto, se seleccionaron los componentes necesarios para el funcionamiento del motor y su puesta en marcha, como el circuito de arranque, carga, encendido, los cuales se mantuvieron respecto a las características del motor original, además de los distintos indicadores tanto de presión y temperatura, sin olvidar los circuitos de iluminación necesaria establecidas en la normativa NTE INEN 1155. También se optó por la implementación de un circuito cortador corrientes con fines de seguridad en caso de existir accidentes.



CONCLUSIONES

- La instalación de los distintos circuitos del sistema se llevó a cabo con meticulosidad, comenzando por el cálculo aproximado de la intensidad que circularía por cada uno. Para los circuitos de iluminación, donde la corriente no supera los 15A, se determinó el calibre de cable ideal como 14 según la normativa AWG. Para el circuito de arranque, se consideró la potencia del motor (0.8 kW) que requiere 66.67A, por lo que se seleccionó un cable de calibre 8. Para los medidores de presión, temperatura y fluidos, se optó por cable de calibre 18, en línea con el bajo consumo y la recomendación del fabricante. El circuito que alimenta al alternador, con un consumo de 50A, se conectó con un cable de calibre 10, mientras que, para el circuito de encendido, que demanda más de 20A, se eligió un cable de calibre 14. Esta cuidadosa selección de calibres asegura un funcionamiento eficiente y seguro del sistema en su conjunto.
- Para evitar cortocircuito y salvaguardar las lámparas y demás componentes del circuito, es importante la implementación de una fusilera, por esto se realizó el cálculo de la corriente que circula en cada circuito donde se determinó los distintos valores de los fusibles que se requieren, considerando que el fusible debe ser de un valor mayor al requerido.
- Resultó necesario e indispensable la implementación de un tablero de control, donde se pueda controlar desde el habitáculo del conductor y copiloto los distintos sistemas eléctricos, así como los indicadores de funcionamiento de cada uno, obteniendo mayor confort y un control más óptimo del vehículo.



RECOMENDACIONES

- Se sugiere, realizar pruebas de consumo de combustible con un mayor número de pruebas y rutas, con la finalidad de corroborar el consumo de la ficha técnica y el calculado.
- Se podría realizar pruebas de funcionamiento en pendientes pronunciadas, con la finalidad de conocer cuál es el grado máximo que el vehículo podría ascender.
- Se recomienda para futuros proyectos en el vehículo, la sustitución del sistema de alimentación del motor, que en el caso es de carburación por uno de inyección, con la finalidad de determinar los cambios que existirían en las pruebas realizadas en las mismas condiciones.
- Se sugiere, implementar el carenado, para aumentar la aerodinámica del vehículo, en lo que respecta a la prueba de velocidad máxima.
- Se podría implementar, un sistema de transmisión mecánica, con selector secuencial, con el propósito, de mejorar el tiempo de accionamiento de las marchas.
- Además de los básicos se podría implementar más circuitos eléctricos donde se pueda tener mayor control en los sistemas, ayudando a mejorar el confort y la seguridad del prototipo.
- Realizar un estudio más profundo acerca de la transmisión, donde se pueda demostrar más a detalle su funcionalidad y las pérdidas de potencia y velocidad que tiene en cada marcha.



GRACIAS



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA