



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE

TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE PROPULSIÓN ELÉCTRICA
DE UN BUGGY PARA LA CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN
MECÁNICA AUTOMOTRIZ DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS
ARMADAS ESPE.**

Sarango Sarango Pedro Ignacio

Latacunga

2022



TEMA: IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE PROPULSIÓN ELÉCTRICA DE UN BUGGY PARA LA CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

“La combustión de hidrocarburos en los motores térmicos produce vapor de agua y dióxido de carbono directamente, aunque en menor medida también produce compuestos tóxicos como: monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, óxidos de azufre, hidrocarburos” (Ros Marín & Barrera Doblado, 2017).

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA



Medios innovadores en nuevas tecnologías para fines académicos de profesionales en proceso.



Uso de materiales compuestos (composites) y su influencia en la potencia requerida en el tren motriz.



Aporta bases sólidas para que futuros estudiantes optimicen procesos, métodos, resultados y presupuesto en busca de una mejora en el rendimiento del prototipo.

OBJETIVO GENERAL

Instalar el sistema de propulsión eléctrica en un buggy para la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Compilar información acerca de los motores eléctricos empleados en los vehículos ligeros.
- Analizar la ubicación del motor eléctrico, sistema de control, y baterías para el mejor manejo de pesos y estabilidad del buggy.
- Montar el sistema de propulsión eléctrica en el buggy respetando el espacio destinado para este sistema y teniendo en cuenta los componentes adicionales como el controlador, acelerador y demás.
- Estudiar los resultados con la ayuda de pruebas en carretera para conocer la fiabilidad y eficiencia del sistema de propulsión.

MARCO TEÓRICO

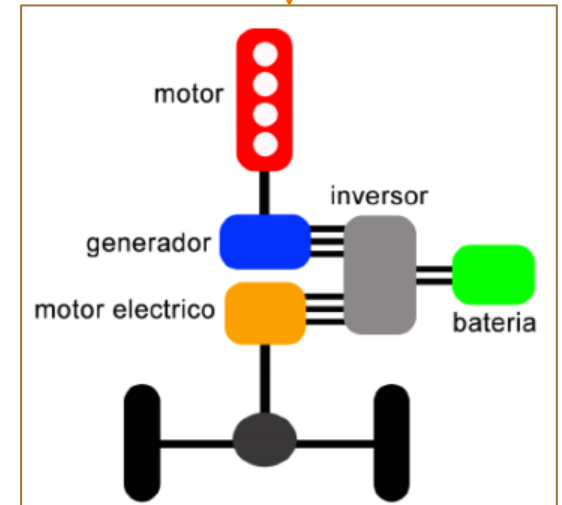
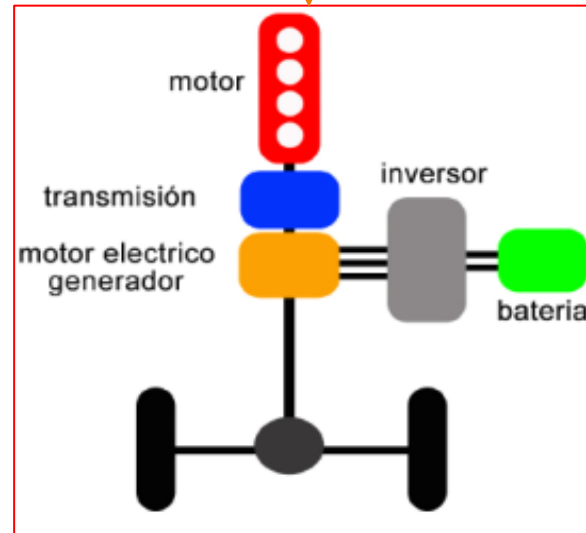
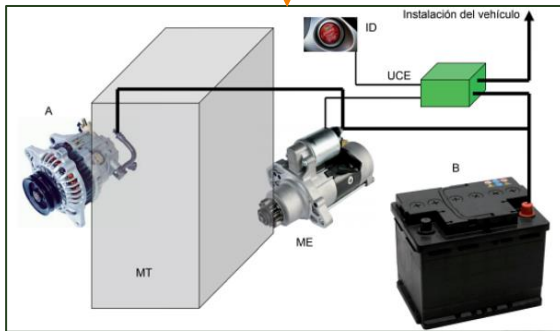
VEHÍCULOS HÍBRIDOS

Tren motriz Vehículos híbridos

Sistema Microhíbrido

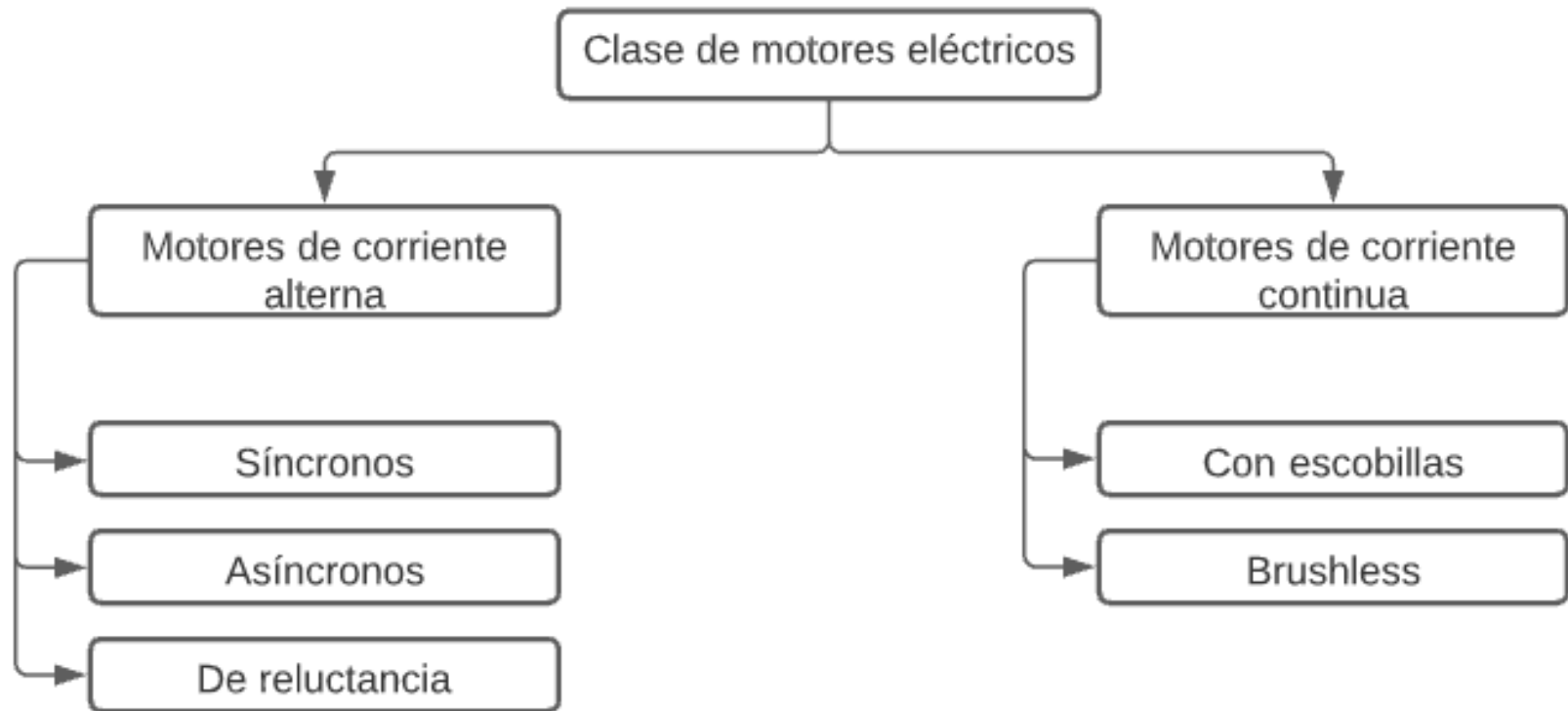
Sistema Híbrido en paralelo

Sistema Híbrido en serie



Tomado Vehículos eléctricos e híbridos, (Ros Marín & Barrera Doblado, 2017)

Motores eléctricos



Adaptado de Vehículos eléctricos e híbridos, (Ros Marín & Barrera Doblado, 2017). Paraninfo.

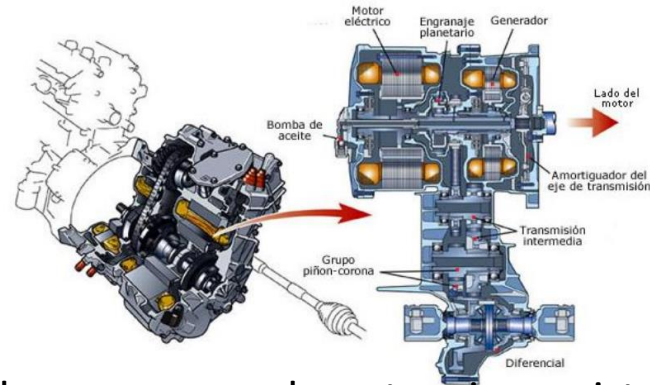
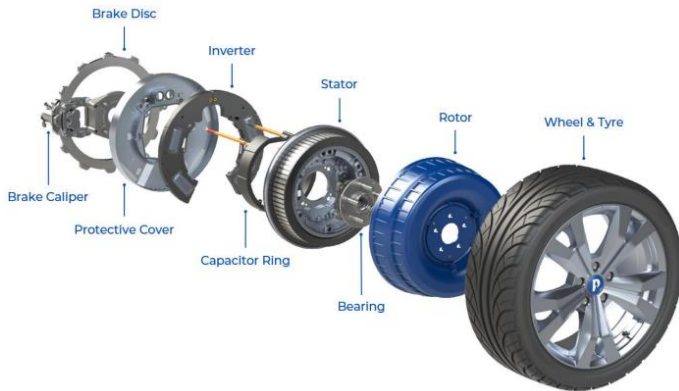
Transmisión

Transmisiones en híbridos y eléctricos

Transmisión en la rueda

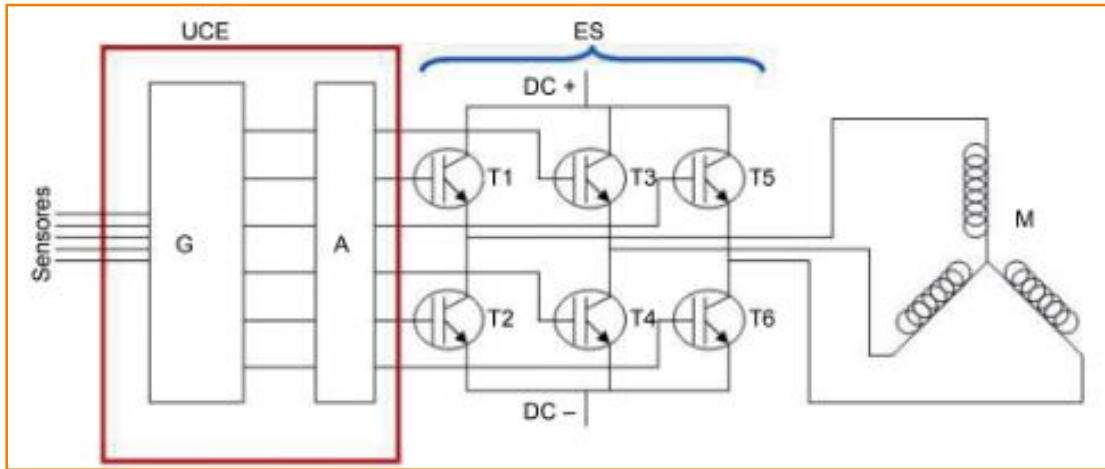
Power Split Device

Transmisión CVT

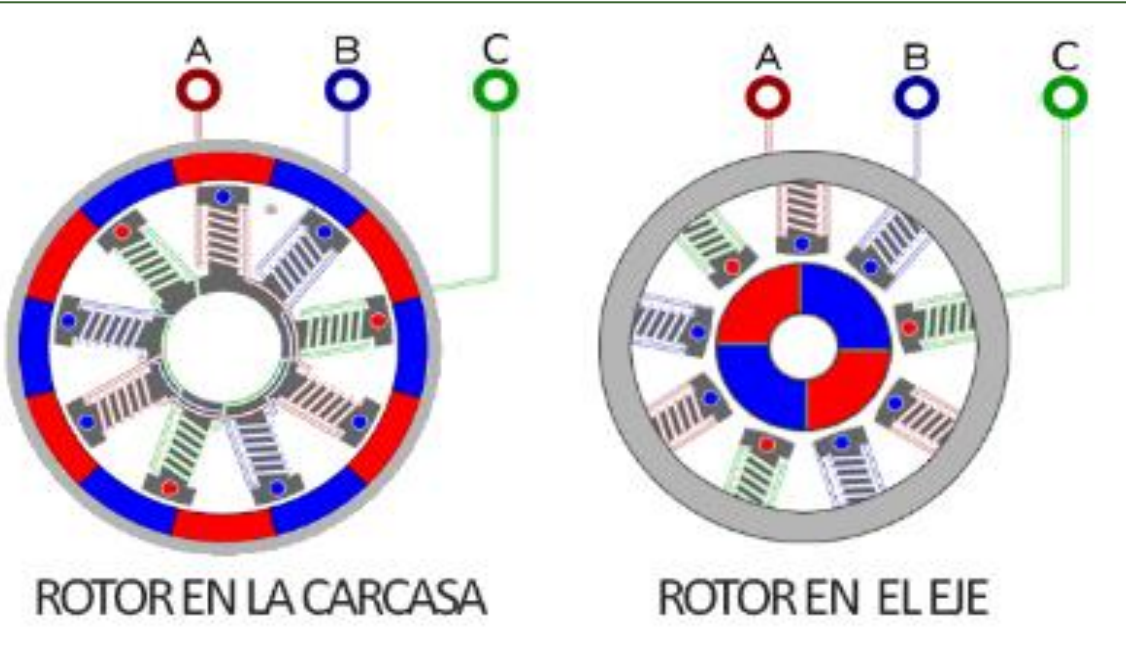


Tomado de Estudio paramétrico sobre los esquemas de potencia en sistemas propulsores para vehículos en condiciones de uso urbano, (Roig Solé, n.d)

Control eléctrico de motorización



Modo de conexión de transistores y bobinas



Tipos de motor del tipo In Wheel Engine

Tomado de *Esquema de motores brushless outrunner e inrunner* [Imagen], por Castillo, 2017, Universidad Politécnica de Valencia

<https://core.ac.uk/reader/288501439>

Cálculos - Motor

Resistencia a la Rodadura

$$F_{rr} = \mu * m * g$$

$$F_{rr} = 0,03 * 400\text{kg} * 9,8 \frac{m}{s^2}$$

$$F_{rr} = 117.6 \text{ N}$$

Superficie	Valor máximo $\mu_{\text{máx}}$
Carretera de cemento	0,0125
Empedrado seco	0,015
Carretera asfaltada	0,02 a 0,03
Terreno natural duro	0,08
Terreno de consistencia media	0,11
Terreno arenoso	0,15 a 0,30

Resistencia Aerodinámica

$$F_{ad} = \frac{1}{2} \rho A C_d v^2$$

$$F_{ad} = \frac{1}{2} * 1.225 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} * 1,44\text{m}^2 * 0,35 * \left(8,33 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2$$

$$F_{ad} = 21,42 \text{ N}$$

Tipo de vehículo	Coefficiente aerodinámico C_a
Camiones	0,50
Vehículos articulados y trenes de carretera	0,95
Autobuses y autocares	0,38
Autobuses con perfil aerodinámico	0,19
Turismos normales	0,22 a 0,35
Turismos con perfil aerodinámico	0,10 a 0,19

Resistencia por la pendiente de la carretera

$$R_p(N) = Q_T * \text{sen}\alpha = Q_T * i$$

$$R_p(N) = \left(400\text{kg} * 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) * \text{tg } 15^\circ$$

$$R_p(N) = 1050,36 \text{ N}$$

$$P_p(W) = v * Q_T * i$$

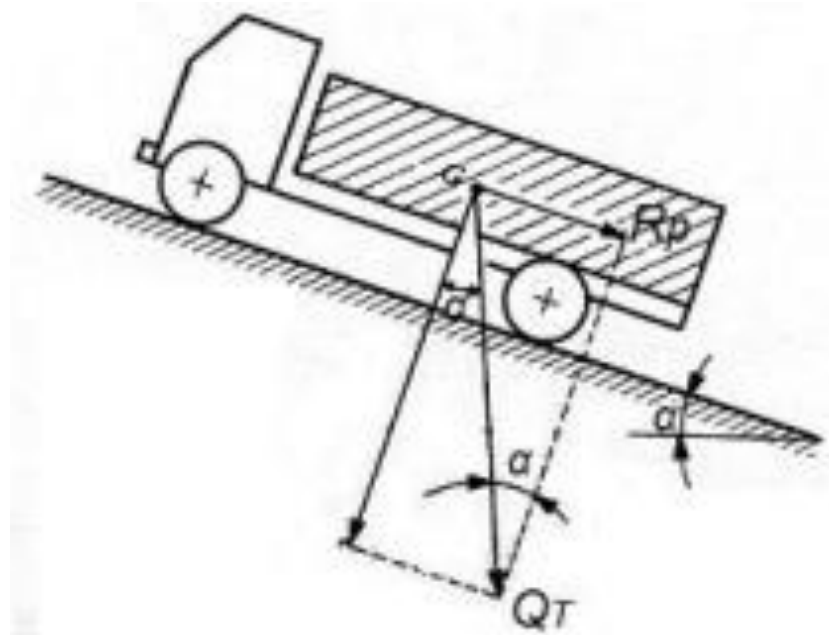
$$P_p(W) = 3,33 \frac{\text{m}}{\text{s}} * 1050,36 \text{ N}$$

$$P_p(W) = 3501,2 \text{ W}$$

$$P_{p,m} = \frac{P_p}{\eta_t}$$

$$P_{p,m} = \frac{3501,2}{0,96}$$

$$P_{p,m} = 3647,08 \text{ W}$$



Implementación en el prototipo



Traba para eje



Rin de aluminio 12"



Bobinado del motor y sensores

Basculante para motor



Facilidad de acceso para el panel de controladores, baterías y sistemas auxiliares con respecto al motor.

Sensores Hall



**Conector
Sensores Hall**

**Ubicación de
sensores dentro
del motor**



Conexión de fases



La conexión de las fases del motor se la realiza con la ayuda de conectores particulares, es decir, cualquier tipo de conector no es útil para estas conexiones.

Controlador

Disposición de controladores



Alimentación de módulos



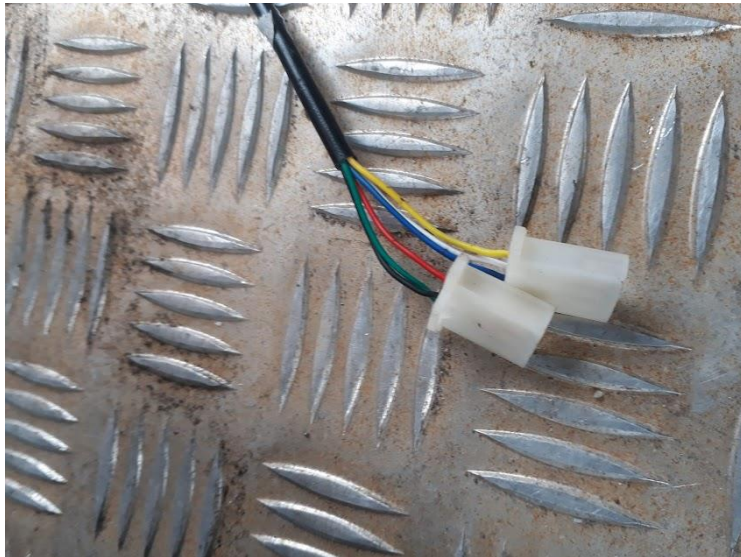
Conector de alimentación



Acelerador



Aceleradores adaptados de manera que se accionen simultáneamente para la activación de los motores.



Conexión del acelerador, en su conector de tres pines, positivo (+5V), Masa (-), y señal (verde).



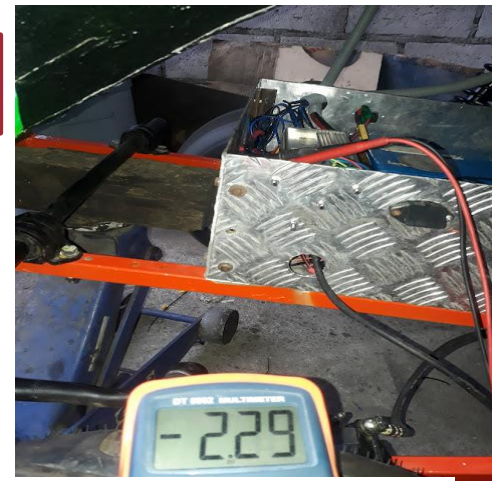
Velocidad máxima 33Km/h

Aceleración $0,73\text{m/s}^2$

Tiempo de pruebas de
manera constante 1.30min.

Consumo en vacío: 2,29 A

Consumo a plena carga:13A



Conclusiones

Se implementaron los motores en el prototipo.

- Se instalaron dos motores eléctricos tipo outrunner de manera independiente.

Revisión Documental

- Existe información valiosa que se revisó para constatar algo innovador y que sea útil académicamente.

Motores

- Tomando en cuenta factores como costo, peso y objetivo se han elegido los motores ideales.



V Bibliografía

Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador, A. (2015). *Datos Automotrices en cifras*. <https://www.asocel.com.ec/wp-content/uploads/2015/08/Estadisticas-2015-16-Breve.pdf>

Bonier Calabrese, A. V. (2015). *Estudio y análisis de la operación de los motores eléctricos de tipo brushless*. [Trabajo de grado]. Universidad Politécnica del Ecuador. <https://repositorio.universidadpolitecnica.net/bitstream/handle/11313/10151/1/1503001445.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Carre, N. T., & Campo, P. S. (2015). *MODULAR ELECTRIC CONVERSION*. <https://repositorio.universidadpolitecnica.net/bitstream/handle/11313/10151/1/1503001445.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Carrillo, A. (2017). *Diseño y fabricación de un limpiavidrios eléctrico - OSEZ Zoológico*. [Trabajo de grado]. Universidad Católica de Loja. <https://repositorio.universidadpolitecnica.net/bitstream/handle/11313/10151/1/1503001445.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Chavez Pinedo, C. A. (2016). *Análisis de funcionamiento del sistema de accionamiento eléctrico del motor DTM de vehículo Chevrolet DTM*. [Trabajo de grado]. Universidad Internacional del Ecuador. <https://repositorio.universidadpolitecnica.net/bitstream/handle/11313/10151/1/1503001445.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Cofre Maldonado, J. P., & Miravalles Rojas, G. V. (2011). *Diseño e implementación de un accionamiento electrónico controlado en un vehículo a control remoto*. [Trabajo de grado]. Universidad Politécnica del Ecuador. <https://repositorio.universidadpolitecnica.net/bitstream/handle/11313/10151/1/1503001445.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Correa (2017). *Motor de Montaña (del 1.0 Petrol)*. Universidad Politécnica de Vitoria. <https://repositorio.universidadpolitecnica.net/bitstream/handle/11313/10151/1/1503001445.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Explosivos Rorivas, L. S. (2014). *Diseño de un motor eléctrico de accionamiento para el vehículo Chevrolet DTM 2.2*. [Trabajo de grado]. Universidad del Azuay. <https://repositorio.universidadpolitecnica.net/bitstream/handle/11313/10151/1/1503001445.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Galvis Abrego, J. S. (2016). *Diseño, implementación y análisis de prototipo de vehículo eléctrico controlado*. [Trabajo de grado]. Universidad Politécnica del Ecuador. <https://repositorio.universidadpolitecnica.net/bitstream/handle/11313/10151/1/1503001445.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Galvis Abrego, J. S., & Viera Jua, W. F. (2017). *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA Y MECÁNICA DEL VEHÍCULO CONTROLADO POR RADIO EN PAUSA LA CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ DE LA ESPOCH*. <https://repositorio.universidadpolitecnica.net/bitstream/handle/11313/10151/1/1503001445.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Giles, S. (Ed.). *PUNTO DE ACELERACIÓN REPUESTO PARTI ELÉCTRICO CR-4742*. <https://repositorio.universidadpolitecnica.net/bitstream/handle/11313/10151/1/1503001445.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Lavaredo, G. (2011). *Electro racing: 27 Cq. 450 potencia de 1000 Watts*. <https://repositorio.universidadpolitecnica.net/bitstream/handle/11313/10151/1/1503001445.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Nava, H., Carlin, J., Rios, J., & Alcaraz, J. (2015). *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE VELOCIDAD DE TRANSICIÓN PARA EL LABORATORIO DE MECANISMOS DEL GADAM*. <https://repositorio.universidadpolitecnica.net/bitstream/handle/11313/10151/1/1503001445.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Olivero, G. (2017). *ANÁLISIS DE UN PROYECTO DE MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA A UN SISTEMA ELÉCTRICO*. <https://repositorio.universidadpolitecnica.net/bitstream/handle/11313/10151/1/1503001445.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Pérez, G. (2017). *Motor de Montaña (del 1.0 Petrol)*. Universidad Politécnica de Vitoria. <https://repositorio.universidadpolitecnica.net/bitstream/handle/11313/10151/1/1503001445.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Rodríguez, M. (Ed.). *Estudio paramétrico sobre las respuestas de potencia en sistemas propulsores para vehículos en condiciones de uso urbano*. <https://repositorio.universidadpolitecnica.net/bitstream/handle/11313/10151/1/1503001445.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ros Melis, J. A., & Ramos Delgado, Ó. (2017). *Veículo eléctrico a batería (1)*. <https://repositorio.universidadpolitecnica.net/bitstream/handle/11313/10151/1/1503001445.pdf?sequence=1&isAllowed=y>



Pruebas

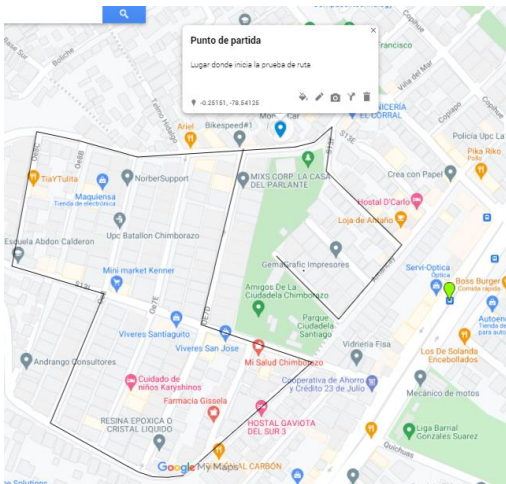
- El buggy no tiene una velocidad alta, pero logra movilizarse dentro de un margen aceptable.

Espacio

- Se optimizó el espacio para que los sistemas eléctricos estuviesen en un mismo lugar.

Innovación

- Al ser un buggy eléctrico no produce contaminación o ruido lo que resulta cómodo.



Recomendaciones

- Para hacer un uso correcto del prototipo se recomienda no sobrepasar los límites de peso de arrastre y el tiempo de uso del vehículo. En ambos casos, se puede ir monitoreando la temperatura de los controladores para conocer cuando se puede parar por la temperatura que alcancen los transistores.
- El mantenimiento de los motores es muy sencillo, cuando se realice los mantenimientos se puede aprovechar para aprender de manera muy cercana acerca de los sensores, bobinados y conexiones de motores BLDC.
- Las baterías deben estar cargadas para poder utilizar el vehículo sin perjudicar la vida útil de los controladores, baterías y motores.



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



GRACIAS

