



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE EDUCACIÓN CIENCIA Y TECNOLOGÍA
(FECYT)

TEMA:

“INSTALACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO ENTRE LOS COMPONENTES; BATERÍAS, MOTOR ELÉCTRICO, CONTROL DE VOLTAJE, Y ACELERACIÓN EN UN PROTOTIPO DE VEHÍCULO HÍBRIDO”

Trabajo de Grado previo a la obtención del título de Ingenieros
en la Especialidad de Mantenimiento Automotriz

AUTORES:

DE LA CRUZ SARZOSA EDISON FERNANDO

QUIROZ MENESES EDISON FABIAN

DIRECTOR: ING. CARLOS MAFLA

Ibarra, 2013

ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR

Luego de haber sido designado por el Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Educación, Ciencia y Tecnología de la Universidad Técnica del Norte de la ciudad de Ibarra, he aceptado con satisfacción participar como director de la Tesis titulada **“INSTALACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO ENTRE LOS COMPONENTES; BATERÍAS, MOTOR ELÉCTRICO, CONTROL DE VOLTAJE Y ACELERACIÓN EN UN PROTOTIPO DE VEHÍCULO HÍBRIDO”**, De los señores egresados: De la Cruz Sarzosa Edison y Quiroz Meneses Edison, previo a la obtención del Título de ingenieros en la especialidad mantenimiento automotriz

A ser testigo presencial, y corresponsable directo del desarrollo del presente trabajo de investigación, afirmo que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sustentado públicamente ante el tribunal que sea designado oportunamente.

Esto es lo que puede certificar por ser justo y legal.

Ing. Carlos Mafla
DIRECTOR DE TESIS

DEDICATORIA

Esta tesis va dedicada a mi familia en especial a mis padres José y Marina, que siempre me brindaron su apoyo, afecto y optimismo.

Del mismo modo quiero dedicarlo a mis grandes maestros y amigos con los que he tenido la suerte de encontrarme a lo largo de mi vida, especialmente aquellos con los que compartí los momentos de estudio.

.

AGRADECIMIENTO

Al finalizar un arduo trabajo, lleno de dificultades, pero a la vez muy gratificante, nos permitimos hacer llegar el más sincero agradecimiento a ciertas personas e instituciones que nos han colaborado incondicionalmente.

A la Universidad Técnica del Norte por ser quien nos ha acogido durante todo el proceso de nuestra carrera.

A los docentes por brindarnos sus conocimientos y ser nuestra guía y ejemplo en el transcurso de nuestra formación profesional.

Y a todas las personas que de una u otra manera colaboraron en la realización de este trabajo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS.

ÍNDICE DE CONTENIDOS.	IV
RESUMEN	IX
ABSTRACT	X
INTRODUCCIÓN	XI

CAPITULO I

1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. ANTECEDENTES.....	1
1.2. Planteamiento del Problema.....	2
1.3. Formulación del Problema.....	2
1.4. Delimitación del problema.....	2
1.4.1. Delimitación espacial.....	2
1.4.2. Delimitación temporal.....	3
1.4.3. Delimitación tecnológica.....	3
1.5. Objetivos.....	3
1.5.1. General.....	3
1.5.2. Objetivos Específicos.....	3
1.6. Justificación.....	4

CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. FUNDAMENTACIÓN TECNOLÓGICA DEL PROBLEMA.....	5
2.2. Vehículo híbrido.....	6
2.2.1. Historia.....	6
2.3. Ventajas y desventajas del vehículo híbrido.....	8

2.3.1.	Ventajas.....	8
2.3.2.	Desventajas.....	9
2.4.	Tipos de trenes de propulsión.....	9
2.4.1.	Sistema paralelo.....	9
2.5.	Clasificación vehículos híbridos.....	10
2.6.	Eficiencia.....	10
2.7.	Componentes del prototipo de vehículo híbrido.....	11
2.7.1.	Sistema de propulsión eléctrico.....	11
2.7.2.	Motor eléctrico de corriente continua.....	11
2.8.	Sistema de control.....	16
2.8.1.	Placa de control electrónico.....	16
2.9.	Sistema de fuerza.....	17
2.9.1.	Partes del sistema de fuerza.....	17
2.10.	Sistema de almacenamiento de energía.....	21
2.10.1.	Batería.....	21
2.11.	Sistema de carga.....	23
2.11.1.	Cargador de Voltaje Constante.....	24
2.12.	Glosario de términos.....	24

CAPITULO III

3.	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	27
3.1.	TIPOS DE INVESTIGACIÓN.....	27
3.1.1.	Investigación bibliográfica.....	27
3.1.2.	Investigación tecnológica.....	27
3.2.	Métodos.....	28
3.2.1.	Método Analítico.....	28
3.2.2.	Diseño mecánico.....	28
3.2.3.	Pruebas de funcionamiento.....	28
3.2.4.	Mediciones.....	28
3.3.	Técnicas e instrumentos.....	29
3.3.1.	Criterio de expertos.....	29
3.3.2.	Resultados de pruebas de funcionamiento.....	29
3.3.3.	Plano.....	30

CAPITULO IV

4. PROPUESTA: PROCESO Y RESULTADOS.....	31
4.1. DIAGNÓSTICO.....	31
4.2. Resumen.....	32
4.3. Proceso.....	32
4.3.1. Cálculo de la potencia para el avance para el vehículo.....	34
4.3.2. Resistencia a la rodadura.....	34
4.4. Ubicación del cableado del circuito eléctrico en el vehículo híbrido.....	46
4.5. Pruebas.....	57
4.5.1. Pruebas sin control.....	57
4.5.2. Pruebas con control.....	59
4.6. Resultados de las pruebas del prototipo híbrido.....	61
4.7. Situaciones problemáticas en el desarrollo del proyecto.....	62
4.8. Resultados.....	66
4.9. Análisis.....	67
4.9.1. Análisis tecnológico.....	67
4.9.2. Análisis ecológico.....	68
4.9.3. Análisis educativo.....	68
4.9.4. Análisis comparativo.....	68

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	69
5.1. CONCLUSIONES.....	69
5.2. Recomendaciones.....	70
BIBLIOGRAFÍA.....	71
25. De la cuadra Emilio. (1899). "Fabricación del ómnibus eléctrico". Recuperado el 5 marzo de 2012 de http://es.scribd.com/doc/150589780/Autos-Hibridos1	74
ANEXOS.....	75
SOCIALIZACION.....	75

MANUAL DE MANTENIMIENTO DEL MOTOR DE CORRIENTE CONTINUA.....	78
MANTENIMIENTO GENERAL.....	78
LIMPIEZA GENERAL.....	78
LIMPIEZA DE LOS DEVANADOS.....	79
Inspecciones:.....	79
LIMPIEZA DEL COMPARTIMIENTO DE LAS ESCOBILLAS.....	80
CONMUTADOR.....	80
PORTA ESCOBILLAS.....	82
ESCOBILLAS.....	83
PLAN DE MANTENIMIENTO.....	84
ANORMALIDADES, CAUSAS Y SOLUCIONES.....	85

INDICE DE FIGURAS.

Figura 2.1. Primer vehículo eléctrico.....	7
Figura 2.2. Polaridad del motor de corriente continua.....	11
Figura 2.3. Circuito de un motor C.C. Serie.....	13
Figura 2.4. Estator.....	14
Figura 2.5. Rotor.....	14
Figura 2.6. Partes motor eléctrico C.C.....	15
Figura 2.7. Bornes motor C.C.....	16
Figura 2.8. Relé.....	18
Figura 4.1. Vehículo.....	32
Figura 4.2. Dimensiones del vehículo.....	33
Figura 4.3. Motor eléctrico C.C.....	40
Figura 4.4. Limpieza externa motor C.C.....	41
Figura 4.5. Limpieza externa motor C.C.....	41
Figura 4.6. limpieza interna.....	42
Figura 4.7. Sustitucion de carbones.....	42
Figura 4.8. Sustitución de rodamientos.....	43
Figura 4.9. Trazo de medidas motor C.C.....	44
Figura 4.10. Corte de la carrocería.....	45
Figura 4.11. Montaje del motor.....	45
Figura 4.12. Bases de suspensión del motor.....	46
Figura 4.13. Placa electrónica vista frontal.....	48
Figura 4.14. placa electrónica Vista posterior.....	48
Figura 4.15. Instalación del cableado.....	53
Figura 4.16. Contactor de 36V.....	53
Figura 4.17. Contactor de 24V.....	54
Figura 4.18. Relé.....	54
Figura 4.19. Sistema de fuerza.....	55
Figura 4.20. Sistema completo.....	55
Figura 4.21. Pruebas sin control electrónico en el taller.....	57
Figura 4.22. Pruebas sin control electrónico en la calle cerca al taller.....	58

Figura 4.23. Pruebas sin control electrónico en Yahuarcocha.....	58
Figura 4.24. Pruebas sin control electrónico en la autopista de Yahuarcocha..	59
Figura 4.25. Pruebas de la placa de control electrónico.	59
Figura 4.26. Prueba final con control electrónico.	61
Figura 4.27. Relé de 12V.	62
Figura 4.29. Contactores.....	63
Figura 4.30. Inversor de voltaje.....	63
Figura 4.31. Cargador de 36V.....	64
Figura 4.32. Voltímetro.....	65
Figura 4.33. Alimentación 110V.	65
Figura 4.34. Producto final prototipo de vehículo híbrido.	66
Figura 4.35. Panel de control electrónico.	66

INDICE DE TABLAS.

Tabla 3.1. Duración de vida útil de las baterías.....	29
Tabla 4.1. Diagnóstico.....	31
Tabla. 4.2. Datos técnicos del vehículo SEAT 127.....	33
Tabla 4.3. Características del motor eléctrico.	39
Tabla 4.4. Mantenimiento del motor eléctrico.....	43
Tabla 4.5. Proceso de construcción y adaptación del motor eléctrico al vehículo.....	56
Tabla 4.6. Registro de funcionamiento eléctrico sin control electrónico.	61
Tabla 4.7. Registro de funcionamiento eléctrico con control electrónico.....	62
Tabla 4.8. Registro de resultados obtenidos por vehículo híbrido.	67
Tabla 4.9. Análisis Comparativo de pruebas obtenidas del vehículo prototipo.	68

INDICE DE GRAFICOS.

Gráfico 3.1. Plano del sistema eléctrico.....	30
Gráfico 4.1. Circuito eléctrico completo del vehículo.....	47
Gráfico 4.2. Placa electrónica de cambios electricos.	51
Gráfico 4.3. Placa y sistema de potencia.....	52

RESUMEN

En la actualidad el problema del calentamiento está siendo tomado con la seriedad que se merece, por este motivo las empresas automotrices quieren ayudar a la preservación del medio ambiente con el diseño y fabricación de vehículos híbridos, los cuales poseen dos formas de automoción o propulsión, una se basa en la utilización de un motor convencional de combustión como los que poseen todos los vehículos hasta el momento, el otro método de propulsión en estos vehículos es lo que ayuda al medio ambiente, el cual se basa en la utilización de un motor eléctrico el cual se enciende de acuerdo a las necesidades del vehículo; los alumnos de la carrera de Ing. en manteniendo automotriz intentando ir a la vanguardia de los avances tecnológicos han diseñado un prototipo de vehículo híbrido el cual posee un motor de combustión interna en la parte delantera con su respectiva tracción y un motor eléctrico de corriente continua, el cual funciona a 36v este motor está acoplado a una caja de cambios la cual ayuda a que el vehículo tenga torque o velocidad según sea la necesidad, este motor es controlado por una placa electrónica diseñada para transmitir información, la cual envía la cantidad de voltaje programado según la marcha en la que se encuentra la caja de cambios, esto quiere decir que mientras la caja de cambios trasera se encuentra en neutro el micro controlador envía 12v al motor, cuando el vehículo quiere romper la inercia y la caja de cambios está en segunda marcha o retro se envía 36v hacia el motor, cuando el vehículo se encuentra en movimiento y se realiza el cambio de marcha hacia cuarta se envía 24v hacia el motor de corriente continua, así se logró mover el vehículo mediante corriente eléctrica, ya que las baterías tienden a descargarse se procedió a la fabricación de un cargador especial de 36v el cual permite volver a recargarlas, de esta manera se está ayudando al medio ambiente eliminando los elementos contaminantes arrojados al aire cuando el vehículo funciona con el motor eléctrico C.C.

ABSTRACT

Nowadays the Global warming is being considered a global issue. That is why people all over the world are getting worried about it. For that reason, automotive companies want to help to take care of the environment by designing hybrid cars. Hybrid cars have two different types such as, automotive or propulsion. The first one uses a conventional engine, like the ones used by the majority of people around the world. The propulsion method of cars is helping to take care of the environment. It uses an electrical engine that is started only according to the vehicle needs. Students from the Faculty of Engineering have designed a prototype of a hybrid car. This car works with an engine of internal combustion on its front part, and an electrical engine. It works at 36v. This engine works with a gear shift which lets the car to get the needed speed. This engine is controlled by an electronic board. It sends some information about the voltage that the car is using according to the stick shift. It means that when the gear shifts on the back is using the clutch it sends 12v to the engine. Also, when it shifts the gear on second it sends 36v to the engine. When it shifts the gear on fourth it sends to the engine 24v. That is how it was possible to move the car by using electric current. Since batteries do not last longer, it was made a special charger of 36v. It let us to recharge the old batteries, so it is contributing to the environment because it bowls out the useless element from electrical cars.

INTRODUCCIÓN

Este proyecto fue un trabajo de investigación, en el que se da a conocer a los alumnos de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, el funcionamiento de la parte eléctrica y electrónica, la que se basa en la circulación de corriente eléctrica entre todos sus componentes, como las baterías, relés, contactores, el inversor de voltaje, cableado y el motor eléctrico para aprovecharla como energía mecánica. Se instalaron placas electrónicas las cuales tienen la labor de controlar la velocidad, en el prototipo de vehículo híbrido.

En este proyecto se utilizó una metodología basada en investigación y pruebas de campo. También se dio a conocer los instrumentos aplicados, como la principal herramienta utilizada en la investigación, es de caracterización por tener una modalidad bibliográfica y tecnológica, en la que la visión es cumplir los objetivos inicialmente planteados y formulando las conclusiones pertinentes, partiendo de los resultados obtenidos.

CAPITULO I

1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.

1.1. ANTECEDENTES.

En todo el planeta tierra las personas se interesan por evitar la contaminación ambiental generada por los automotores, lo que da paso a la creación de los denominados vehículos híbridos los cuales son una buena alternativa para disponer de una movilización más limpia dentro de la ciudad, ya que es donde se genera más contaminación por el congestionamiento vehicular. El uso de una fuerza de tracción alimentada eléctricamente, la cual contribuye a la disminución de la contaminación ambiental.

Esta disminución de la contaminación es importante en el mencionado problema del calentamiento global que sufre el planeta. Por lo tanto, la utilización de vehículos ecológicos contribuye a un mejoramiento de la calidad de vida de las personas.

Hoy en día se observa que las empresas fabricantes de autos centran sus esfuerzos en la fabricación de automotores y maquinarias amigables con el medio ambiente, por ejemplo vehículos híbridos o totalmente eléctricos, logrando conseguir disminuir la contaminación ambiental.

De la misma manera los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, preocupados por la contaminación ambiental, decidieron realizar un prototipo de vehículo híbrido, el cual no expulsa ningún tipo de contaminante al medio ambiente.

1.2. Planteamiento del Problema.

Si hacemos memoria de que todos los días al salir de nuestras casas, nos encontramos con una excesiva contaminación del aire.

Dicha contaminación con el paso del tiempo se ha ido incrementando y provocando enfermedades por la acumulación de emisiones de gases de los vehículos alimentados por derivados del petróleo.

Los participantes de este proyecto, al realizar un sondeo llegaron a constatar que en la provincia de Imbabura y el resto del País, aún circulan vehículos muy antiguos que aún funcionan a carburador, los cuales no realizan una adecuada combustión y generan gases contaminantes como el CO₂ .

1.3. Formulación del Problema.

¿Cómo reducir la contaminación ambiental mediante la implementación de un motor eléctrico de corriente continua, su respectivo control de voltaje y fuente de alimentación, en un vehículo convencional?

1.4. Delimitación del problema.

Unidad de observación, carrera de Ing. En Mantenimiento Automotriz.

1.4.1. Delimitación espacial.

La investigación se realizó en Bibliotecas públicas y privadas, talleres particulares de mantenimiento automotriz e industriales de la ciudad de Ibarra, los cuales estaban capacitados en herramientas y conocimientos para poder sacar adelante la realización de este proyecto.

1.4.2. Delimitación temporal.

Este proyecto se llevó a cabo desde febrero del 2012, hasta mayo del 2013.

1.4.3. Delimitación tecnológica.

- Mantenimiento del motor eléctrico de corriente continua de 36v.
- Montaje y ubicación el motor eléctrico ya en el vehículo.
- Pruebas del vehículo en carretera en superficies planas y con inclinación.

1.5. Objetivos.

1.5.1. General.

“Instalación del sistema eléctrico entre los componentes; baterías, motor eléctrico, control de voltaje, y aceleración en un prototipo de vehículo híbrido”.

1.5.2. Objetivos Específicos

- Realizar una investigación bibliográfica acerca del sistema eléctrico del motor de corriente continua, baterías, control de velocidad y aceleración.
- Instalar los componentes eléctricos en el prototipo híbrido de la mejor manera para su correcto funcionamiento.
- Socializar el trabajo con los alumnos del último nivel de la carrera en mantenimiento automotriz.

- Realizar pruebas de campo del vehículo, para la obtención de datos necesarios; sin el control electrónico y con dicho control instalado.

1.6. Justificación

Este proyecto fue realizado por los alumnos de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz con el fin de proporcionar a la Universidad Técnica del Norte un prototipo de vehículo híbrido el cual servirá como material didáctico para la realización de prácticas, en el cual los beneficiarios son los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz.

Los estudiantes de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz se beneficiaran de este proyecto debido a que tendrán la oportunidad de conocer en forma física como es el funcionamiento de un prototipo de vehículo híbrido, sus partes, la forma de controlar el voltaje y la velocidad del mismo, por medio de una placa electrónica la cual funciona a base de señales externas, provocando la variación de voltaje en todo el circuito, llegando así a entender las nuevas tecnologías que abarcan el mundo automotriz .

Este proyecto es un aporte tecnológico, científico y educativo ya que tratándose de un prototipo en el cual se realizaron varias modificaciones basadas en cálculos, pruebas e investigaciones.

Logrando un proyecto novedoso y educativo para el aprendizaje de los estudiantes de la carrera y además de todo eso logrando un vehículo más amigable con el medio ambiente.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO.

2.1. FUNDAMENTACIÓN TECNOLÓGICA DEL PROBLEMA.

En esta época es un hecho conocido que el petróleo en nuestro planeta no durará eternamente. Y también se pudo dar cuenta de que la cantidad de CO₂ en la atmósfera está alcanzando niveles extremadamente altos, nunca vistos anteriormente.

La humanidad se está enfrentando a tres grandes retos:

- La calidad del aire
- El cambio climático
- La demanda de energía.

En el tema de la calidad del aire con respecto al automóvil, los fabricantes se sienten parte implicada en el problema y tratan de resolverlo mediante fuertes inversiones que buscan minimizar el impacto negativo en el medioambiente, por ese motivo se sienten en la obligación de crear y aplicar nuevas tecnologías en los motores y vehículos, reduciendo así el problema de la contaminación e incrementando su productividad y eficiencia.

Todos estos logros deben ser económicamente viables, de manera que satisfagan la demanda de los clientes y de la sociedad en general. Los vehículos con pila de combustible están demostrando su viabilidad técnica pero resultan excesivamente caros, por lo que aún no llegan a todas las familias ni estatus sociales, debiendo mantener el vehículo con motor de combustión.

Desde el punto de vista de las emisiones contaminantes y de CO₂, las tecnologías actuales como los vehículos híbridos están ayudando en gran medida a lo que es emisiones contaminantes y CO₂, ya que posee un motor el cual funciona a base de electricidad eliminando totalmente todo tipo de emisiones.

Hace 15 años, antes incluso de la firma del Protocolo de Kioto, se planteaba a nivel corporativo la tecnología híbrida como mecanismo de producción de energía para el automóvil, de modo que dicha tecnología se convirtiera en la gestora de la energía de propulsión.

Desde ese tiempo se encuentra millones de vehículos con tecnología híbrida circulando en nuestro planeta, teniendo como finalidad para un futuro no muy lejano el que todos los vehículos del planeta tengan dicha tecnología.

2.2. Vehículo híbrido.

El automóvil híbrido es un vehículo de propulsión combinada, el cual puede ser propulsado por un motor de energía eléctrica abastecido por baterías y un motor de combustión interna ya sea este de diésel o gasolina.

2.2.1. Historia.

A inicios del siglo XX ya era conocido por todos, el automóvil, y en ese entonces, los motores eléctricos y de vapor eran los reyes de las carreteras, a diferencia de los torpes e ineficientes motores de combustión interna.

Los vehículos propulsados por energía eléctrica eran muy silenciosos, económicos y gozaban de buena aceptación, pero, tenían un gran problema, que las técnicas de elaboración y fabricación de las baterías se encontraba

en sus inicios, la autonomía que proporcionaban era muy baja, tiempos de recarga lentos y se añadía mucho peso al conjunto.

Con la invención y fabricación de la batería recargable se pudo eliminar el gran problema de las primeras pilas, que al agotarse quedaban inservibles y con este tema ya resuelto, hacia finales de siglo los motores eléctricos lograban mover turismos, vehículos de transporte urbano y también camiones como de muestra en la figura 2.1.

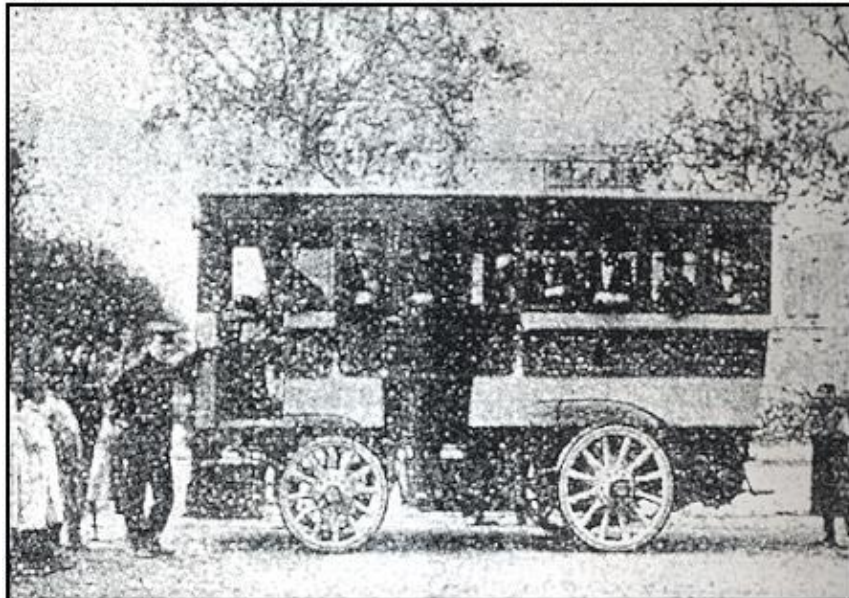


Figura 2.1. Primer vehículo eléctrico.
Fuente:(Cuadra., 1899.)

En la década de 1960 el desarrollo de coches híbridos se había detenido por el descubrimiento de nuevos yacimientos de petróleo., el vehículo híbrido comienza a decaer y perder fama, los automóviles con motores alimentados por derivados del petróleo tomaron el mercado de automóviles del mundo.

En 1990, luego el mundo se dio cuenta que los yacimientos de petróleo se está agotando, de que los problemas ambientales causados por las emisiones de vehículos de gasolina aumentaban, las empresas fabricantes de vehículos centran de nuevo su mirada en los vehículos híbridos, el

pionero en la fabricación de este tipo de automóviles es Toyota, que emitió el primer auto híbrido de producción en masa (Toyota Prius) en el año de 1997, el cual fue seguido por otros fabricantes de vehículos en todo el mundo.

Martínez de la Universidad Católica (2007, p.4) documenta que “Los vehículos propulsados por energía eléctrica eran muy silenciosos y económicos, pero una autonomía que se encontraba en sus inicios, hasta el 2007 en que Toyota comercializó el primer híbrido de producción masiva del Mundo”.

2.3. Ventajas y desventajas del vehículo híbrido.

2.3.1. Ventajas.

El reutilizar el 30% de la energía que producen es una ventaja de los vehículos híbridos, esta eficiencia se consigue mediante los acumuladores eléctricos o baterías, que almacenan la energía que en los sistemas convencionales sin hibridación se pierde, como la energía cinética, que se escapa como calor al momento de frenar.

La mayoría de vehículos con sistemas híbridos nos permiten volver a reutilizar dicha energía convirtiéndola en energía eléctrica gracias a los frenos regenerativos. La eficiencia en estos automóviles es que duran más, son más limpios o menos sucios.

La combinación de un motor de combustión con un motor eléctrico y la recuperación de energía del frenado, hace que estos vehículos logren un mejor rendimiento que los vehículos de determinada época no híbridos, especialmente en carreteras y ciudades de mucha congestión vehicular, de forma que se reducen significativamente el consumo de combustible y las emisiones contaminantes.

Los vehículos netamente eléctricos utilizan acumuladores eléctricos cargados por una fuente externa, lo que ocasiona problemas de autonomía sin recargarlas. Al contrario de los vehículos híbridos que cargan sus baterías con el motor de combustión y la recuperación de energía durante el frenado.

2.3.2. Desventajas.

La mayor de las desventajas que presentan los vehículos híbridos son la toxicidad de las baterías que requieren los motores eléctricos, otra de las desventajas es la utilización importante de materias escasas tales como neodimio y lantano.

También debido a que hay que sumarle el peso del motor eléctrico y baterías al peso ya del vehículo convencional se necesita un incremento en la energía para desplazarlo, otra de las desventajas es la complejidad de su fabricación, lo que dificulta las revisiones, reparaciones del mismo y su elevado precio.

2.4. Tipos de trenes de propulsión.

Existen varios tipos de sistemas híbridos, de los cuales resaltan tres:

- Sistema paralelo.
- Sistema de secuencia o en serie.
- Sistema combinado.

2.4.1. Sistema paralelo

El motor eléctrico aporta potencia al sistema, en el que el motor de combustión es la principal fuente de energía. El motor eléctrico brinda su potencia en la aceleración, cuando el motor térmico consume más. Este

sistema se destaca por su simplicidad, por lo que se puede implementar en modelos de vehículos ya existentes sin la necesidad de diseños específicos o complejos.

2.5. Clasificación vehículos híbridos.

Regulares: Utilizan el motor eléctrico como apoyo, pero no pueden ser recargados conectándolos a la red eléctrica.

Enchufables: Emplea principalmente el motor eléctrico y se los puede recargar enchufándolos a la red eléctrica. Un generador de combustión interna recarga las baterías si el ordenador de a bordo detecta que estas se han agotado. No se necesita que las ruedas sean movidas por dicho generador, el elevado par de los motores eléctricos al mover las ruedas evita el uso de una transmisión y un embrague.

2.6. Eficiencia.

Debido a que la mayor concentración de vehículos se da en las ciudades, los vehículos híbridos constituyen un ahorro de energía notable, así como también elevar la calidad de vida; mientras que para un motor de combustión es necesario elevar sus revoluciones para incrementar su par, mientras que el motor eléctrico posee un par motor constante, es decir tiene la misma aceleración al iniciar la marcha que con el vehículo ya en movimiento.

La eficacia y eficiencia del híbrido se da a notar en esfuerzos, tales como aceleraciones extremas al momento de rebasar y en pendientes: la energía es más ecológica y el motor eléctrico es más simple mecánicamente, consumo mínimo de aceite lubricante, y dado que trabaja a bajas temperaturas puede ser mucho más duradero que un motor de combustión interna, y tienen pocas piezas de desgaste, como los rodamientos y carbones o escobillas.

2.7. Componentes del prototipo de vehículo híbrido.

2.7.1. Sistema de propulsión eléctrico.

El sistema de propulsión eléctrico de un vehículo híbrido realiza las mismas funciones del motor a combustión o térmico, que es el de transmitir energía mecánica a las ruedas logrando así el movimiento del vehículo.

2.7.2. Motor eléctrico de corriente continua.

Un motor eléctrico de corriente continua es una herramienta que convierte energía eléctrica en trabajo mecánico, a través de medios electromagnéticos.

Fundamentos de operación de los motores eléctricos.

El movimiento de rotación de un motor eléctrico se logra por la atracción y repulsión de los polos magnéticos, norte (N) y sur (S) que es donde se concentran las líneas de fuerza de un imán como se muestra en la figura 2.2. Todo motor eléctrico está formado con polos intercalados entre el estator y el rotor, ya que los polos magnéticos diferentes se atraen y los polos magnéticos iguales se repelen, logrando así el movimiento de rotación.

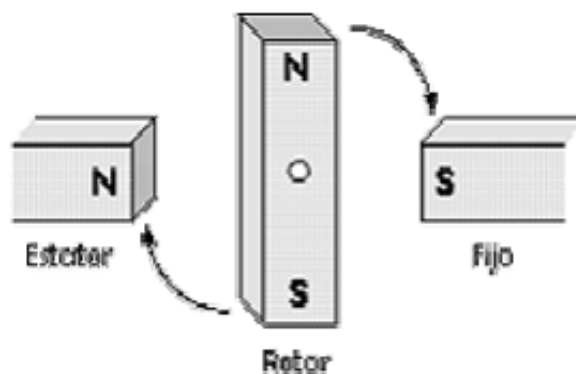


Figura 2.2. Polaridad del motor de corriente continua.
Fuente: (Cortés, 2006)

Los campos magnéticos que produce la armadura varían a medida que esta gira, debido a un sin número de conexiones entre las bobinas que llevan los conductores estáticos y el rotor, para que las fuerzas que la mueven se mantenga siempre constante.

Utilización de los motores de corriente continua C.C.

Este tipo de motor es utilizado primordialmente en casos en que se requiera regular la velocidad y sean accionados por baterías o pilas, es decir por corriente continua o directa.

Este tipo de motores debe tener en el estator el mismo número de carbones y el mismo número de polos.

Tipos de motores de corriente directa o continua.

- Serie.
- Independiente.
- Paralelo.
- Compound.

Serie: En este motor eléctrico el devanado de campo se conecta en serie con la armadura como se muestra en la figura 2.3. El devanado está hecho de alambre grueso debido a que debe soportar la corriente total de la armadura.

Debido a este tipo de devanado se crea un flujo magnético proporcional a la corriente de armadura. Estos motores logran un par de arranque elevado y pueden acelerar a cargas pesadas fácilmente.

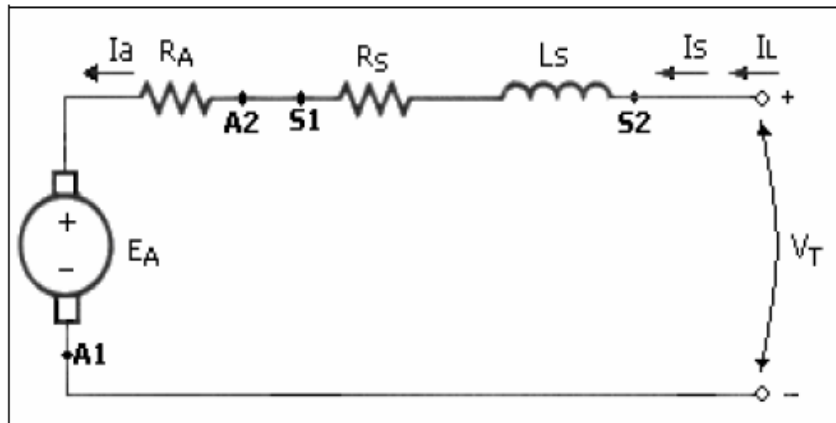


Figura 2.3. Circuito de un motor C.C. Serie.
Fuente:(Cortés, 2006)

Las curvas características del motor de corriente continua tipo serie se muestra en la figura 2.4 donde I_a es la corriente de la armadura, $(I_a)_n$ la corriente nominal, ω la velocidad del motor y T_e el torque del motor.

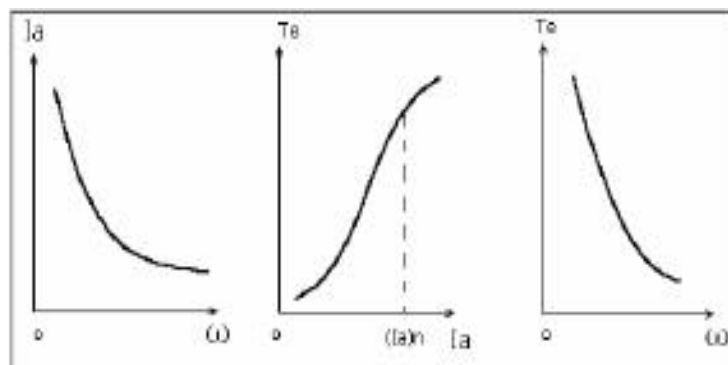


Figura 2.4. Circuito de un motor C.C. Serie.
Fuente:(Cortés, 2006)

Partes de un motor de corriente continua.

Estator: Crea el campo magnético fijo, al que se denomina excitación. En motores pequeños se consigue con imanes permanentes. En estos tiempos se fabrican imanes más potentes, y como consecuencia aparecen a la venta motores de excitación permanente mucho mejores, como se muestra en la figura 2.5.



Figura 2.5. Estator.
Fuente: (Cortés, 2006)

Rotor: Lleva las bobinas cuyo campo crea, en conjunto con el estator, la fuerza que le hace girar, también se lo denomina armadura como se muestra en la figura 2.6.



Figura 2.6. Rotor.
Fuente: (Cortés, 2006)

Escobillas: Son tacos de grafito que tienen contacto con las bobinas del rotor. Al momento que éste comienza a girar, la conexión se libera entre unas y otras bobinas.

Los primeros motores llevaban unos envoltorios hechos con alambres de cobre que al momento de girar el rotor "barrían", como diminutas escobas la superficie sobre la que tenían que entrar en contacto, a este motivo se debe el nombre e escobillas.

Colector: Los contactos entre las bobinas y escobillas del rotor, se logran intercalando una corona de cobre partida en sectores. El colector consta de dos partes primordiales:

Delgas: Son secciones circulares, aislados entre sí, que tienen contacto con las escobillas y de la misma manera están soldados a las partes extremas de los conductores que forman las bobinas del rotor como se indica en la figura 2.7.

Micas: Son láminas muy delgadas del mismo material, interpoladas entre las delgas de manera que el conjunto forma un cuerpo compacto y mecánicamente robusto como se muestra en la figura 2.7.

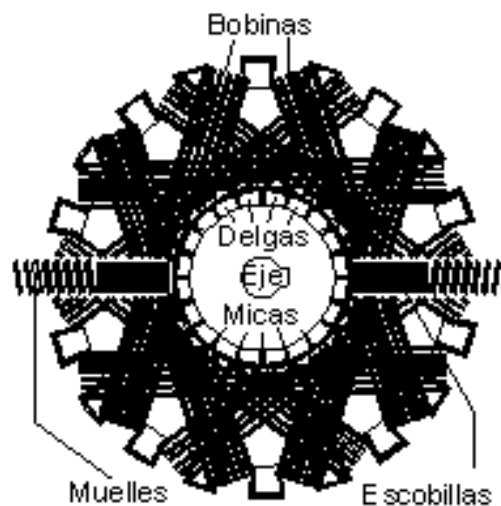


Figura 2.7. Partes motor eléctrico C.C.
Fuente: (Cortés, 2006)

Caja de bornes.

Los bornes de un motor de corriente continua, proporciona dos pares de conexiones, una para la armadura, y otra para excitación. Al tratarse de rebobinados para corriente continua sus bornes estarán pintados, habitualmente de rojo y negro como se muestra en la figura 2.8.

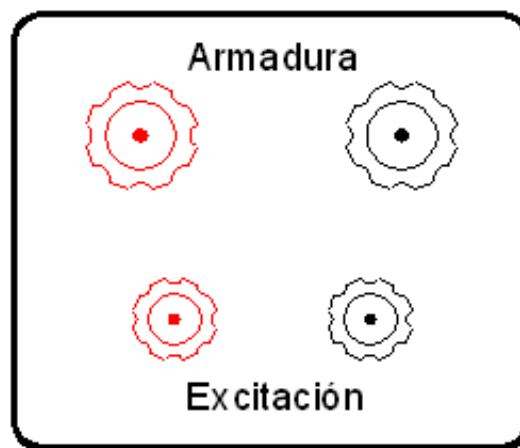


Figura 2.8. Bornes motor C.C.
Fuente: (Cortés, 2006)

2.8. Sistema de control

Es una de las partes más importantes de los vehículos eléctricos, porque funciona como un cerebro, ya que proporciona las órdenes al sistema. Este componente maneja la cantidad de corriente que llega al motor eléctrico, y se preocupa de que su funcionamiento sea correcto.

2.8.1. Placa de control electrónico.

Es la encargada de controlar electrónicamente y de enviar las señales eléctricas a cada uno de los elementos que conforman el circuito de fuerza, logrado así que todo funcione correctamente y a su debido tiempo, haciendo

el trabajo más sencillo y pudiendo controlar todo desde una distancia más grande.

La placa de control electrónico está formada por:

- Micro controlador
- Diodos
- Resistencias
- Condensadores
- Pulsadores
- Pantalla Lcd.

2.9. Sistema de fuerza

Está basada en la aplicación de distintos niveles de tensión, trabajando en conjunto con las marchas de la caja de cambios.

2.9.1. Partes del sistema de fuerza.

- Relés
- Contactores

Relé o relevador

Es un mecanismo electromecánico el cual funciona como un pulsador gobernado por un circuito eléctrico, en el que a través de un electroimán y una bobina, se acciona uno o varios contactos que permiten cerrar o abrir otros circuitos eléctricos independientes como se muestra en la figura 2.9.

También es considerado como un amplificador eléctrico, dado que el relé es capaz de gobernar un circuito de salida de mayor potencia que el de entrada.

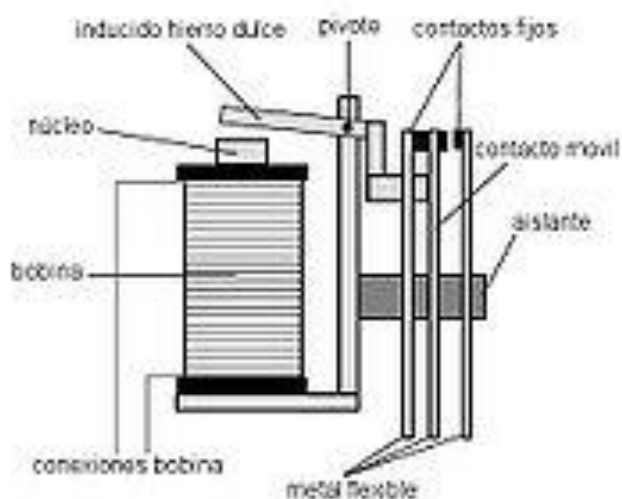


Figura 2.9. Relé.
Fuente: (Harper, 2005)

Estructura y funcionamiento.

Al ser excitada la armadura por el electroimán comienza a oscilar, cerrando los contactos dependiendo de si es normalmente abierto N.A o normalmente cerrado N.C. Si le aplicamos un voltaje a la bobina, un campo magnético es generado, y provoca que los contactos hagan una conexión. Estos contactos son considerados como un interruptor, que permite que fluya la corriente entre los dos puntos que cerraron el circuito.

Tipos de relés.

Existen distintos tipos de relés, depende del número de contactos, de la intensidad admisible, tipo de la corriente que los acciona, transcurso del tiempo de activación y desactivación, etc.

Relés electromecánicos.

Relés de tipo armadura: son los más utilizados en multitud de aplicaciones, pese a ser los más antiguos. Al ser excitada la armadura por el electroimán empieza a oscilar, cerrando los contactos si son normalmente abierto N.A o normalmente cerrado N.C.

Ventajas del uso de relés.

Una de las ventajas de los relés electromagnéticos es la completa distancia eléctrica entre la corriente de accionamiento, la que transita por la bobina del electroimán, y demás circuitos controlados por los contactos, logrando que se puedan manejar altos voltajes o elevadas potencias con pequeñas tensiones de control.

Otra ventaja es que, ofrecen la posibilidad de manejo de un dispositivo a distancia mediante el uso de señales pequeñas de control. En modernos sistemas, los relés pueden actuar de forma programada y por separado, lo que supone grandes ventajas en su aplicación.

Contactador.

Es un dispositivo electromecánico que tiene como finalidad establecer o interrumpir el avance de la corriente, ya sea este en el circuito de potencia o de mando, tan pronto se de tensión a la bobina.

Posee la capacidad de interrumpir la corriente de un receptor o instalación eléctrica, con la opción de ser activado a distancia, tiene dos posiciones de funcionamiento: una estable o de reposo, cuando no recibe ninguna acción por parte del circuito de mando, y otra inestable, donde actúa la acción antes mencionada. Esta clase de funcionamiento se denomina de "todo o nada".

Funcionamiento.

Los contactos principales se conectan en el circuito que se quiere dirigir. Asegurando la instauración y cortes de las corrientes principales, según el número de arterias de paso de corriente podrá ser bipolar, tripolar, tetrapolar, etc. realizándose las maniobras simultáneamente en todas las vías.

Los contactos auxiliares son de dos tipos: abiertos (NA), y cerrados (NC). Conformando parte del circuito auxiliar del contactor y asegurando así las autoalimentaciones, enclavamientos de los contactos, los mandos y señalizaciones en los equipos de automatismo.

El núcleo en su interior se mueve, arrastra los contactos auxiliares y principales, todo esto ocurre cuando la bobina del contactor logra ser excitada por la circulación de la corriente. Estableciendo por medio de los polos, el circuito entre el receptor y la red. Este desplazamiento o arrastre puede ser:

- Por rotación, pivote sobre su eje.
- Por traslación, deslizándose paralelamente a las partes fijas.
- Combinación de movimientos, rotación y traslación.

A consecuencia del resorte de retorno en la armadura móvil y del resorte de presión de los polos, la bobina libera o abre los contactos cuando ya no es alimentada.

Si se debe enviar ordenes desde diferentes puntos, los pulsadores de marcha se acoplan en paralelo y el de parada en serie.

Criterios para la elección de un contactor.

Debemos tener en cuenta varios puntos al momento de elegir un contactor:

- La tensión de alimentación de la bobina, la frecuencia y el tipo de corriente.
- La potencia nominal de la carga.
- Si se va a utilizar en el circuito de potencia o de mando y el número de contactos auxiliares que necesita.

Ventajas de los contactores.

- Automatización en el arranque y paro de motores.
- Posibilidad de controlar totalmente una máquina, desde varias estaciones o puntos de maniobra.
- Se pueden operar circuitos sometidos a muy altas corrientes, mediante corrientes pequeñas.
- Seguridad del personal técnico, debido a que las maniobras se realizan desde puntos alejados del motor.
- Control y automatización de máquinas y equipos, con procesos complejos, mediante la ayuda de aparatos auxiliares.
- Ahorro de tiempo a la hora de realizar algunas maniobras.

2.10. Sistema de almacenamiento de energía.

2.10.1. Batería.

Se denomina batería o acumulador eléctrico, al dispositivo designado a almacena energía eléctrica, usando métodos electroquímicos y que posteriormente la recargan casi en su totalidad.

Es un generador eléctrico secundario, un generador que no logra trabajar sin que se le haya suministrado previamente electricidad, mediante el proceso de carga.

Principios de funcionamiento.

Este principio de funcionamiento está basado esencialmente en un proceso reversible llamado reducción-oxidación o redox, proceso en el que uno de los componentes pierde electrones y el otro gana electrones; es decir, un proceso cuyos elementos no se pierdan, sino que cambie simplemente su estado de oxidación.

Baterías de plomo-ácido.

Las baterías de plomo-acido son un modelo de batería muy utilizada en vehículos convencionales con motores de combustión interna.

Suelen suministrar una tensión de 12 V, 6 V u otro múltiplo de 2, ya que el voltaje que proporciona cada celda es de 2 V. Pueden entregar unas intensidades de corriente relativamente grandes, lo que las hacen perfectas para los motores de arranque.

Partes de la batería.

Los principales elementos de la batería son:

- Depósito
- Placas
- Separadores
- Electrolito

Los elementos están montados en el interior del recipiente, que es de un material resistente, de poco peso, sólido y resistente a la corrosión.

Ventajas y desventajas.

Ventajas:

- Bajo costo.
- Fácil fabricación.

Desventajas:

- No soportan sobrecargas ni descargas profundas, disminuyendo así su vida útil.
- Altamente contaminantes.
- Peso excesivo, al estar fabricada principalmente de plomo.

Las baterías como contaminantes.

Como ya conocemos, la mayor parte de las baterías contienen compuestos químicos y metales pesados, muchos perjudiciales para el medio ambiente. En muchos países no está permitido arrojarlas a la basura y es obligatorio enviarlas a centros de reciclado. Muchos de los proveedores y tiendas especializadas compran las baterías en mal estado evitando así un mal manejo de estos desechos contaminantes.

2.11. Sistema de carga.

Es un mecanismo el cual nos permite recargar la energía de una o un grupo de baterías. El proceso de recarga se debe realizar basándonos en criterios técnicos de mantenimiento de las baterías. Esto quiere decir enviar la energía necesaria para provocar la reacción electroquímica inversa dentro de la batería, sin llegar a dañar los materiales que logran su recarga.

Los cargadores son mecanismos electrónicos que permiten cargar de una manera correcta las baterías. Estos sistemas son alimentados desde una red pública 110V o algún otro dispositivo que genere electricidad.

2.11.1. Cargador de Voltaje Constante.

Se debe aplicar un voltaje constante mayor al voltaje electrolítico de las celdas en la batería, se produce un flujo de corriente en dirección opuesta es decir hacia la batería. Si la batería se encuentra descargada presenta una resistividad interna baja, la que genera bajas corrientes de carga.

A medida que la batería se va cargando, la resistividad interna de ésta aumenta, lo que provoca que la corriente disminuya. Este tipo de cargadores presentan un limitador de corriente para evitar que entren en las baterías corrientes demasiado altas, cuando están muy descargadas. Estos cargadores no son muy caros ya que son relativamente simples.

2.12. Glosario de términos.

Amperio: unidad básica de intensidad de corriente eléctrica, cuyo símbolo es A

Bobina: Elemento eléctrico positivo formado por un alambre que se arrolla en forma de hélice con un paso igual al diámetro del alambre.

Conductor eléctrico: cualquier material que ofrezca poca resistencia al flujo de electricidad.

Híbrido: Se dice de todo lo que es producto de elementos de distinta naturaleza.

Inducción: Generación de una corriente eléctrica en un conductor en movimiento en el interior de un campo magnético (de aquí el nombre completo, inducción electromagnética)

Magnetismo: Magnetismo, uno de los aspectos del electromagnetismo, que es una de las fuerzas fundamentales de la naturaleza. Las fuerzas magnéticas son producidas por el movimiento de partículas cargadas, como por ejemplo electrones, lo que indica la estrecha relación entre la electricidad y el magnetismo.

Piñón: Rueda pequeña y dentada que engrana con otra mayor en una máquina.

Resistividad: Resistencia eléctrica específica de una determinada sustancia.

Electroquímica: Parte de la fisicoquímica que trata de las leyes referentes a la producción de la electricidad por combinaciones químicas, y de su influencia en la composición de los cuerpos.

Generador: Parte que produce la fuerza o energía, como en las de vapor, la caldera, y en la electricidad, una dinamo.

Electrones: Partícula elemental más ligera que forma parte de los átomos y que contiene la mínima carga posible de electricidad negativa.

Combustión: Reacción química entre el oxígeno y un material oxidable, acompañada de desprendimiento de energía y que habitualmente se manifiesta por incandescencia o llama.

Corrosión: Destrucción paulatina de los cuerpos metálicos por acción de agentes externos, persista o no su forma.

Tensión: Estado de un cuerpo sometido a la acción de fuerzas opuestas que lo atraen.

Circuito: Conjunto de conductores que recorre una corriente eléctrica.

Voltaje: Diferencia de potencial eléctrico entre los extremos de un conductor, expresada en voltios.

Energía: capacidad de los cuerpos para producir un trabajo.

Dispositivo: Mecanismo dispuesto para obtener un resultado:

Electromecánico: Aparato mecánico accionado o controlado mediante corrientes eléctricas.

Devanado: Enrollamiento de alambre alrededor de un eje o un carrete.

Imanes: Mineral de hierro magnético que tiene la propiedad de atraer el hierro, el acero y, en grado menor, otros cuerpos.

Rotor: Parte giratoria de una máquina electromagnética o de una turbina.

Bornes: Botón metálico al que va unido un hilo conductor eléctrico, bien sea para rematarlo o para conectarlo con otro circuito.

Tensión: Grado de energía eléctrica que se manifiesta en un cuerpo.

Frecuencia: Número de oscilaciones, vibraciones u ondas por unidad de tiempo en cualquier fenómeno periódico.

Generador: Aparato o máquina que convierte la energía mecánica en eléctrica.

CAPÍTULO III.

3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.

3.1. TIPOS DE INVESTIGACIÓN.

El presente proyecto se caracterizó por tener una modalidad “bibliográfica y tecnológica” el cual básicamente es un proyecto de investigación, en que la finalidad del proyecto fue cumplir los objetivos inicialmente planteados.

3.1.1. Investigación bibliográfica.

Es la etapa de la investigación científica donde se estudia lo que se ha escrito sobre un tema, por tal motivo se usó este tipo de investigación para recopilar datos sobre el funcionamiento y experiencias de otras tesis, que elementos usaron y como lograron controlar el sistema.

Este proyecto se enmarca en este tipo investigación, porque es indispensable la información que se puede encontrar en libros, revistas e internet, para consultar datos o aclarar ideas y dirigirse con la mejor perspectiva al objetivo.

3.1.2. Investigación tecnológica.

Se la utilizó este tipo de investigación en la realización de la placa de control, en la instalación de las conexiones y sistema de fuerza, ya que se necesitaba mejorar el funcionamiento del sistema, y controlarlo de una manera sencilla.

3.2. Métodos.

Para este proyecto, se utilizaron los siguientes métodos teóricos:

3.2.1. Método Analítico.

Este método fue de mucha importancia en la medida que se realizó el análisis no solamente en los aspectos teóricos, científicos, sino también de los resultados, productos y experiencias que se fueron logrando en el proceso de desarrollo de este proyecto.

También se utilizaron los siguientes métodos prácticos:

3.2.2. Diseño mecánico.

Este método se lo utilizo al momento de la realización de las bases y toda la estructura donde iba a acoplar el motor eléctrico, la caja de cambios en el vehículo.

3.2.3. Pruebas de funcionamiento.

Este método fue llevado a la práctica cuando se realizaron las distintas pruebas de funcionamiento del motor, ya sean estas sin las placas de control y al momento de estar ya todo el sistema instalado, recolectando un gran número de información acerca del comportamiento del motor en distintas etapas de trabajo, duración de las baterías, velocidad y comportamiento del circuito de fuerza logrando así finalizar el proyecto

3.2.4. Mediciones.

Este tipo de método fue utilizado al momento de diseñar las bases para la tracción comandada por el motor eléctrico ya que todos estos elementos

debían estar bien colocados y soldados; el tiempo de rendimiento de las baterías, al medir la distancia recorrida y velocidad del vehículo.

3.3. Técnicas e instrumentos.

Las técnicas utilizadas en este tipo de proyectos fueron:

3.3.1. Criterio de expertos.

Esta técnica fue empleada al momento de la realización de la placa electrónica y del sistema de fuerza, ya que se contó con el apoyo de un ingeniero electrónico, el cual sirvió de guía en la instalación del sistema más apropiado para controlar el voltaje y velocidad del motor eléctrico.

3.3.2. Resultados de pruebas de funcionamiento.

Los resultados obtenidos de las pruebas fueron: la mejora del control del sistema, mayor duración de las baterías al momento de instalar la placa electrónica.

Tabla 3.1. Duración de vida útil de las baterías

Vehículo.	Tiempo de vida útil de las baterías (minutos).
Sin placa de control.	18.
Con placa de control.	25.

Fuente: Autores.

3.3.3. Plano.

En el gráfico 3.1 se muestra un plano de todo el sistema eléctrico instalado en el vehículo el cual era el encargado de conducir la corriente desde el banco de baterías hacia el motor según las necesidades del conductor y del prototipo, también se observa el banco de baterías, el motor eléctrico, los relés los cuales se encargan de controlar los 12V que mantiene al motor eléctrico funcionando en neutro y los contactores los cuales tienen la tarea de controlan el voltaje de 24 y 36 voltios.

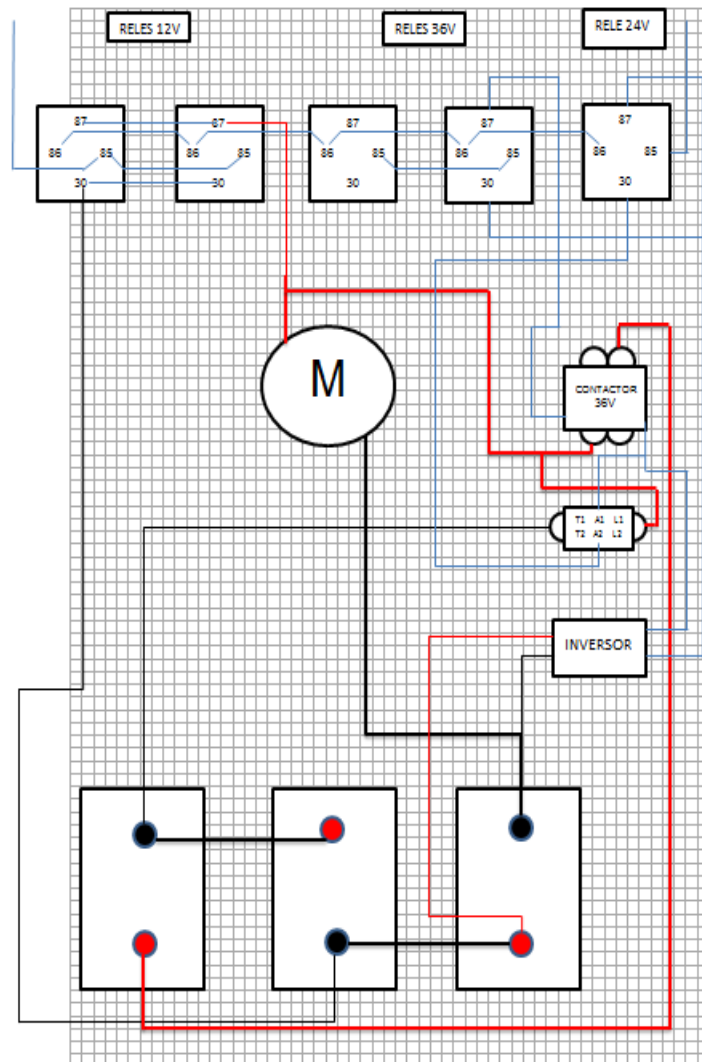


Gráfico 3.1. Plano del sistema eléctrico.

Fuente: Autores.

CAPÍTULO IV

4. PROPUESTA: PROCESO Y RESULTADOS.

4.1. DIAGNÓSTICO.

Todos los elementos eléctricos como se detallan en la tabla 4.1 cumplen con su función de trabajo. Ejemplo la placa de control, el cargador y el voltímetro, fueron fabricados por expertos, los contactores, los relés, el inversor, las baterías que fueron usados para la implementación del prototipo híbrido, se los adquirió nuevos, el único elemento que fue comprado usado fue el motor eléctrico de corriente continua, el cual presentaba deterioro en los carbones y daño en los rodamientos, los cuales fueron reemplazados.

Tabla 4.1. Diagnóstico.

Máquina/Equipo	Sistema/Parte	Estado
1.- Placa de control de voltaje	Sistema de control	Nuevo
2.- Contactores	Sistema de fuerza	Nuevo
3.- Relés	Sistema de fuerza	Nuevo
4.- Inversor	Sistema de fuerza	Nuevo
5.- Baterías	Sistema de carga	Nuevas
6.- Cargador	Sistema de carga	Nuevo
7.- Motor eléctrico	Movimiento	Bueno
8.- voltímetro	Sistema de monitoreo	Nuevo

Fuente: Autores.

4.2. Resumen.

El diseño de este proyecto se basa en un modelo de vehículo híbrido, el cual posee un motor eléctrico y un motor de combustión interna. La combinación de estos motores es mediante una configuración en paralelo donde ambos ayudan a la tracción del vehículo, esto quiere decir que funcionan con una doble transmisión.

4.3. Proceso.

Luego de aprobado el trabajo de grado por la Universidad Técnica del Norte, se procedió a la búsqueda y adquisición del vehículo, el cual debía cumplir con las siguientes características:

- Carrocería liviana y de material resistente, capaz de soportar modificaciones como se aprecia en la figura 4.1.
- Vehículo de tracción delantera comandada por el motor de combustión interna.
- Espacio trasero suficiente, ideal para colocar la nueva tracción eléctrica, el conjunto de baterías y los componentes eléctricos de fuerza y control.



Figura 4.1. Vehículo.
Fuente: Autores.

Este vehículo fue diseñado y construido de tal forma, que en la parte trasera se instaló una nueva tracción, conectada al motor eléctrico, y en la parte del maletero se colocó el conjunto de baterías y circuito de fuerza.

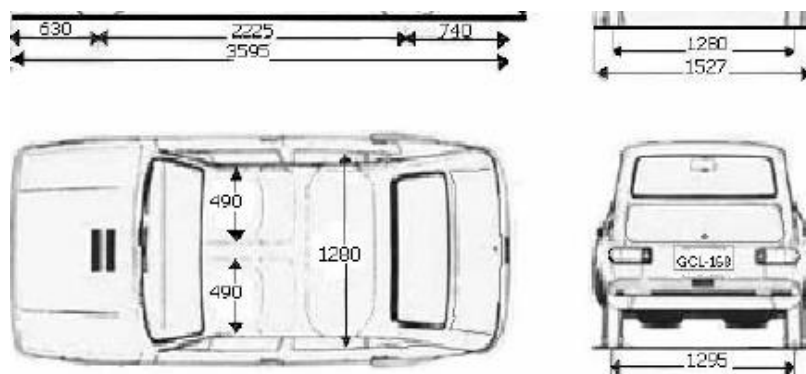


Figura 4.2. Dimensiones del vehículo
Fuente: Manual técnico del SEAT 127.

Tabla. 4.2. Datos técnicos del vehículo SEAT 127.

CARACTERÍSTICAS.	SEAT 127.
Tipo de neumático.	175/65R13
Largo	3595mm
Ancho	1527mm
Alto	1370mm
PESO.	
Peso sin carga.	700 Kg.
Carga adicional.	2 personas x 65 Kg.
Carga de baterías.	3 baterías x 23 Kg.
Carga motor eléctrico y caja.	80 Kg.

Fuente: Manual técnico del SEAT 127.

4.3.1. Cálculo de la potencia para el avance para el vehículo.

Par obtener la potencia de avance del vehículo, se usaron ecuaciones para condiciones de manejo en la ciudad de Ibarra. Para esto se procedió a determinar la resistencia de avance del vehículo, la resistencia en las pendientes y la resistencia aerodinámica.

4.3.2. Resistencia a la rodadura.

$$Rr = \mu * p$$

Coeficiente de rodadura.

$$\mu = \mu_0 + k * v^2$$

Dónde:

$\mu_0 = 0.02$ por ser asfalto.

$$K = 0.5 * 10^{-6} (\text{Km/h})^{-2}$$

V= velocidad en (Km/h)

Con estos datos se pudo reemplazar en la formula y se tiene que:

$$\mu = 0.02 + 0.5 * 10^{-6} * v^2$$

De la tabla 4.4 de los datos técnicos se conoce el peso del vehículo de 700 Kg, más la carga adicional, dando el peso total del vehículo.

$$P = 700 + 279 (\text{kg})$$

$$= 979 \text{ Kg.}$$

Con los datos del coeficiente de rodadura, peso y reemplazando en la ecuación, se pudo encontrar la resistencia a la rodadura.

Entonces:

$$Rr = \mu * p$$

$$Rr = (0.02 + 0.5 * 10^{-6} * v^2) * 979 \text{ Kg.}$$

$$Rr = (19.58 + 4.895 * 10^{-4} * v^2)$$

$$Rr = 19.59 \text{ kg}$$

Luego se calculó la resistencia aerodinámica con la siguiente ecuación:

$$Ra = K * S * v^2$$

Dónde:

Cx : *coeficiente de penetración aerodinámica (0.8 a 0.90)*

S : *superficie del vehículo m²*

V: *velocidad en m/s*

Y para ello se usaron las medidas del vehículo tomado de la tabla 4.2 para calcular el área frontal del vehículo.

$$S = 0.85 * 1.370 * 1.527$$

$$S = 1.78 \text{ m}^2$$

Considerando un coeficiente aerodinámico de $K = 0.019$ y reemplazando el valor del área frontal del vehículo en la formula se obtuvo:

$$Ra = 0.019 * 1.78 * v^2$$

$$Ra = 0.0334 * v^2$$

$$Ra = 0.0334 * 5.5^2$$

$$Ra = 1.01 \text{ kg}$$

La resistencia a las pendientes se determinó con la siguiente formula: $R_p = P * \text{sen} \alpha$ de donde se pudo reemplazar el ángulo de inclinación de la pendiente y el peso.

$$R_p = 979 * \text{sen} \alpha$$

$$R_p = 979 * \text{sen} \left(\frac{1.5}{13} \right) = 979 * \text{sen} 0.115 = 1.97 \text{ kg. } ; \alpha = 6.6^\circ$$

$$R_p = 979 * \text{sen} \left(\frac{9}{130} \right) = 979 * \text{sen} 0.069 = 1.18 \text{ kg. } ; \alpha = 4^\circ$$

$$R_p = 979 * \text{sen} \left(\frac{4.5}{17} \right) = 979 * \text{sen} 0.264 = 4.52 \text{ kg. } ; \alpha = 17.5^\circ$$

Con todos los datos calculados ya se puede obtener la resistencia total.

$$R_T = R_r + R_a + R_p$$

Para calcular la potencia necesaria que el vehículo requiere para vencer la resistencia al avance a una determinada velocidad y considerando el rendimiento de la transmisión, se usó la siguiente formula:

$$P_w = \frac{R_T * V}{75 * \eta_T} \text{ (cv)}$$

Dónde:

P_w : potencia.

R_T : resistencia al avance total (Kg).

V : velocidad (m/s).

η_T : rendimiento de la transmisión (0.8 a 0.85).

Ejemplo:

$$P_w = \frac{20.6 * 5.5}{75 * 0.8} \text{ (cv)}$$

$$P_w = 1.88 \text{ cv}$$

Considerando que el rendimiento de transmisión de 0.8, para encontrar los diferentes comportamientos del vehículo cuando viaja a distintas velocidades, superando las resistencias con la potencia requerida. Como se muestra en los resultados de las tablas 4.3, 4.4, 4.5, 4.6.

Tabla 4.3. Pendiente $\alpha=0^\circ$

V (m/s)	α	$R_r(\text{kg})$	R_a (kg)	$R_p(\text{kg})$	R_T (kg)	$P_w(\text{cv})$	$P_w(\text{hp})$
5.5	0	19.59	1.01	0	20.6	1.88	1.81
11.11	0	20.37	4.12	0	24.49	4.53	4.36
16.6	0	21.37	9.20	0	30.57	8.45	8.14

Tabla 4.4. Pendiente $\alpha=6.6^\circ$; L 13m; h 1.5m

V (m/s)	α	$R_r(\text{kg})$	R_a (kg)	$R_p(\text{kg})$	R_T (kg)	$P_w(\text{cv})$	$P_w(\text{hp})$
5.5	6.6°	19.59	1.01	1.97	22.57	2.068	1.99
11.11	6.6°	20.37	4.12	1.97	26.46	4.90	4.71
16.6	6.6°	21.37	9.20	1.97	32.54	9	8.66

Tabla 4.5. Pendiente $\alpha=4^\circ$; L 130: h9

V (m/s)	α	R _r (kg)	R _a (kg)	R _p (kg)	R _T (kg)	P _w (cv)	P _w (hp)
5.5	4°	19.77	1.01	1.18	21.96	2.013	1.93
11.11	4°	20.36	4.12	1.18	25.66	4.75	4.576
16.6	4°	21.34	9.20	1.18	31.72	8.77	8.44

Tabla 4.6. Pendiente $\alpha=17.5^\circ$; L 15m: h 4.5m

V (m/s)	α	R _r (kg)	R _a (kg)	R _p (kg)	R _T (kg)	P _w (cv)	P _w (hp)
5.5	17.5°	19.77	1.01	4.52	25.3	2.31	2.23
11.11	4°	20.36	4.12	4.52	29	5.36	5.16
16.6	4°	21.34	9.20	4.52	35.06	9.69	9.33

$$Lo\ cual\ 16.6\ \frac{m}{s} \times \frac{1\ km}{1000m} \times \frac{3600s}{1h} = 60\ Km/h$$

Analizando las tablas anteriores, se concluyó que el auto al alcanzar una velocidad de 16.6 m/s que equivale a 60Km/h, requiere una potencia menor a 10 hp. Entonces se concluyó en base a los datos obtenidos, que el motor eléctrico necesario para la realización de este proyecto fuera de 10 Hp. Ya

que cumplió con las características necesarias para circular por el centro de la ciudad de Ibarra.

Entonces se decidió utilizar un motor de corriente continua de tipo serie de las siguientes características: como se muestra en la tabla 4.7.

Tabla 4.7. *Características del motor eléctrico.*

Tipo de motor.	En serie de corriente continua.
Marca.	MCF.
Volt.	36v.
Rpm Min.	1250.
Rpm Max.	8600.
Potencia.	10hp.
Rendimiento.	0.87

Fuente: Placa impresa en el motor.

Cálculo de torque del motor eléctrico, tomando en cuenta que el motor tiene una potencia de 10 hp a 8600 rpm.

$$W = V. angular * T$$

Donde 10 hp = 7.460 Kw.

Remplazando todos los datos, se tendrá que:

$$7.460 Kw = 2 \pi \left(8600 \frac{1}{min}\right) \left(\frac{1min}{60s}\right) * T$$

$$T = \frac{7.460 * 1000 \left(\frac{J}{s}\right)}{900.5 * \frac{1}{s}}$$

$$T = 8.28 Nm$$



Figura 4.3. Motor eléctrico C.C.
Fuente. Autores.

Luego de la compra del motor eléctrico de corriente continua, se procedió a realizar una limpieza externa del mismo, eliminando así el óxido y otro tipo de suciedades como se observa en las figuras 4.3 y 4.4.



Figura 4.4. Limpieza externa motor C.C.
Fuente. Autores.



Figura 4.5. Limpieza externa motor C.C.
Fuente. Autores.

Una vez limpias las partes externas del motor, se procedió a desarmarlo, llegando a encontrar mucha suciedad acumulada debido al tiempo en el cual el motor paso sin funcionamiento como se muestra en la figura 4.5.



Figura 4.6. limpieza interna.
Fuente. Autores.

También sé observo que los carbones (escobillas) como se muestra en la figura 4.6 y rodamientos en la figura 4.7 se encontraban en malas condiciones por lo cual se determinó el sustituirlos, aplicando así un mantenimiento correctivo, para lograr un funcionamiento correcto del motor.



Figura 4.7. Sustitución de carbones.
Fuente. Autores.

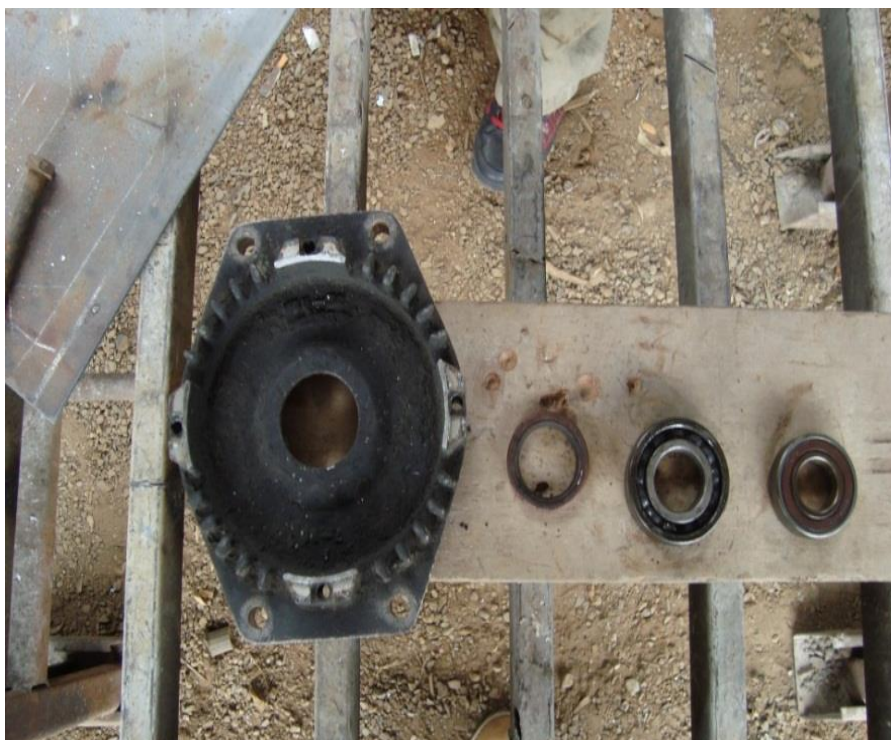


Figura 4.8. Sustitución de rodamientos
Fuente. Autores.

El mantenimiento aplicado al motor se encuentra detallado en la tabla 4.8.

Tabla 4.8. Mantenimiento del motor eléctrico.

Máquina/Equipo	Sistema/Parte	Estado	Medidas
1.- Motor eléctrico	Dos rodamientos	Muy malos	Reemplazo
	Carbones	Muy malo	Reemplazo
	Imanes permanentes	Excelentes	Limpieza
	Rotor	Excelente	Limpieza
	colector	Excelente	Limpieza

Fuente. Autores.

Ya con el motor eléctrico funcionando perfectamente, y con el vehículo en el taller, se procedió a realizar la toma de medidas y los trazos en la carrocería como se muestra en la figura 4.9 y 4.10, para la instalación del motor eléctrico, caja de cambios y baterías.



Figura 4.9. Corte de la carrocería.
Fuente. Autores.

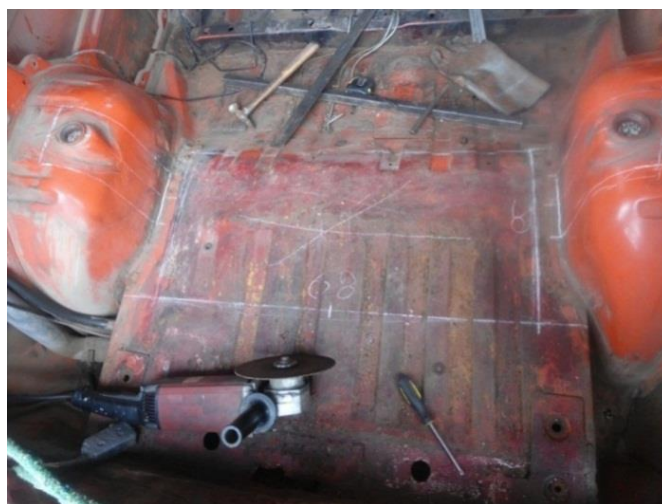


Figura 4.10. Trazo de medidas motor C.C.
Fuente. Autores.

Una vez de estar seguros con la señalética realizada anteriormente se procedió a cortar como se muestra en la figura 4.9, la parte donde se alojó

el motor eléctrico conjuntamente con la caja de cambios y toda la tracción trasera como se muestra en la figura 4.10.



Figura 4.10. Corte de la carrocería.
Fuente. Autores.

Este motor eléctrico se lo adaptó y conectó directamente a una caja de cambios como se muestra en la figura 4.11.

Una vez terminado todos los cortes se procedió a construir las bases y soportes, cuya función es la de sujetar los componentes de tracción a la carrocería como se muestra en las figuras 4.10 y 4.11, las cuales tienen la misión de soportar el peso y movimientos bruscos del vehículo.



Figura 4.11. Montaje del motor.
Fuente. Autores.

Las bases permitieron mantener firmemente la tracción comandada por el motor eléctrico, absorbiendo todas las vibraciones.



Figura 4.12. Bases de suspensión del motor.
Fuente. Autores.

4.4. Ubicación del cableado del circuito eléctrico en el vehículo híbrido.

Con el diseño eléctrico del control de potencia establecido y con la idea clara de funcionamiento, se procedió a la adaptación y montaje de los elementos en el vehículo.

Y para seguir con el proceso, hubo la necesidad de construir soportes para la ubicación de los componentes como la placa de control, los contactores, baterías, voltímetro, inversor y cargador.

Todos los componentes antes mencionados fueron ubicados en la parte posterior, menos la placa de control la cual se la ubico donde el conductor tenga el mejor alcance.

En el gráfico 4.1 se muestra un esquema del cableado en el prototipo.

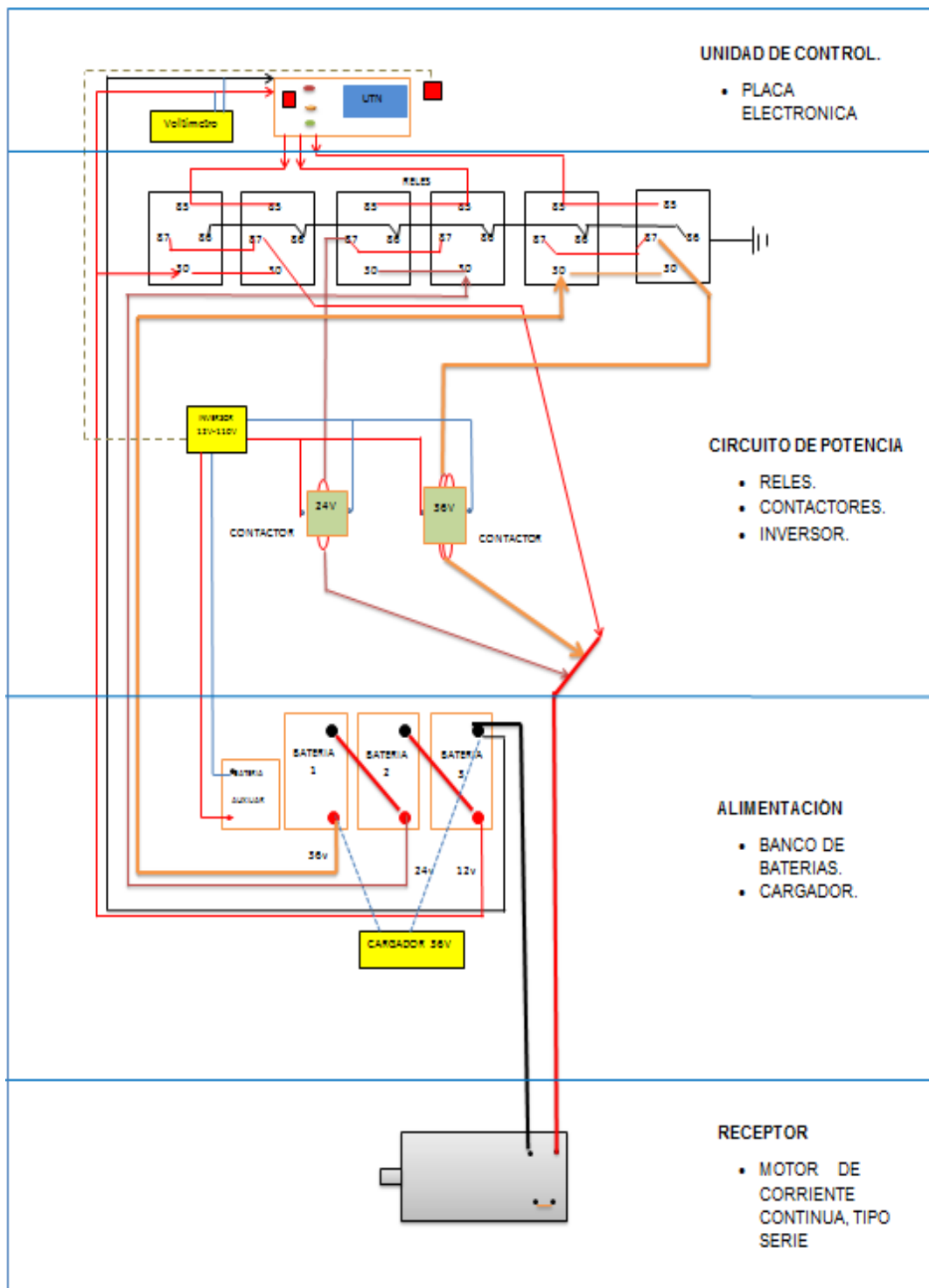


Gráfico 4.1. Circuito eléctrico completo del vehículo.
Fuente. Autores.

Para poder controlar el voltaje del sistema y así lograr el control del movimiento del vehículo, se opta por la fabricación de placas electrónicas las cuales fueron elaboradas en base al funcionamiento del motor C.C, la carga o peso que este iba a mover, y el voltaje/amperaje al que el motor trabaja, como se muestra en las figuras 4.12 y 4.13.

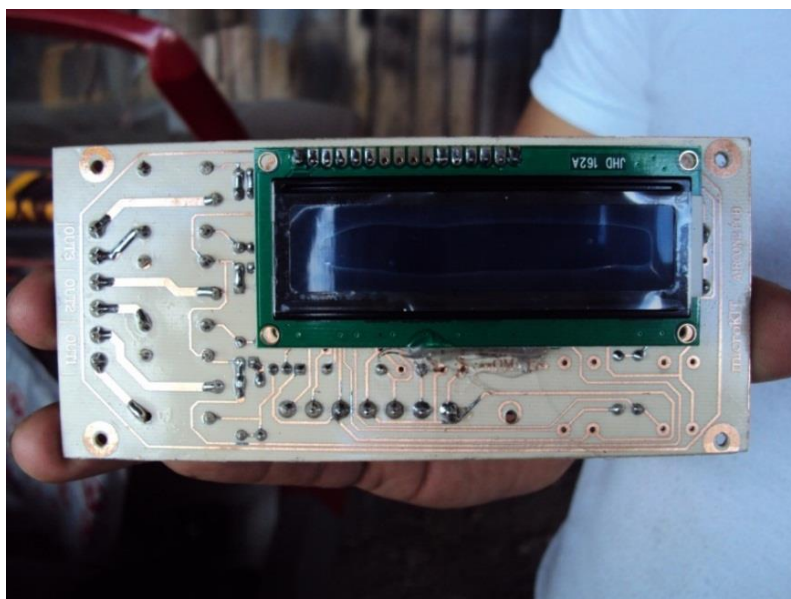


Figura 4.13. Placa electrónica vista frontal.
Fuente. Autores.

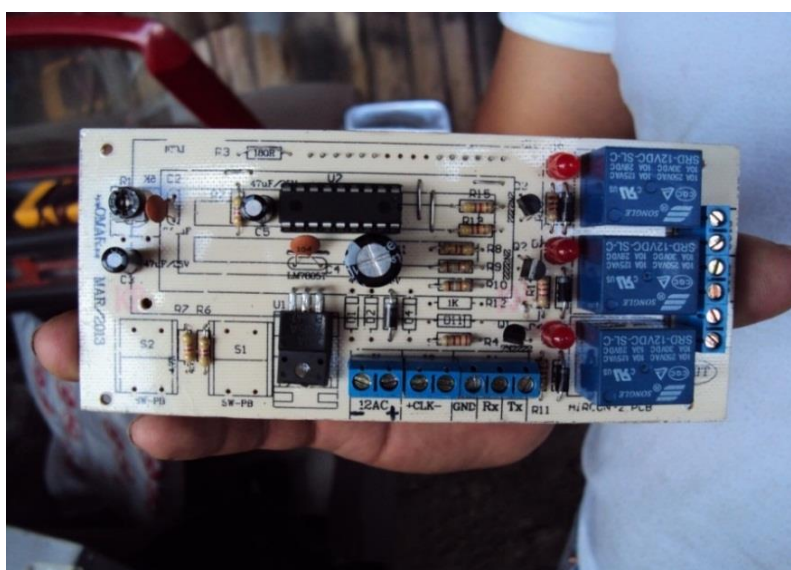


Figura 4.14. Placa electrónica Vista posterior.
Fuente. Autores.

El funcionamiento de esta placa depende de la marcha en la que se encuentra la caja de cambios trasera, es decir que el voltaje de funcionamiento del motor varía según la marcha seleccionada; en la segunda marcha y retro el voltaje suministrado desde el banco de baterías hacia el motor es de 36v, en cuarta el voltaje es de 24v y en neutro el motor funciona a 12v.



Figura 4.15. Placa electrónica Vista frontal botonera.
Fuente. Autores.

Es decir a 36 voltios el rendimiento del motor es de 100%, cuando el motor es alimentado de 24 voltios rendirá al 66.6%, y a 12 voltios el motor rendirá al 33.3%, como se muestra en gráfico 4.1.

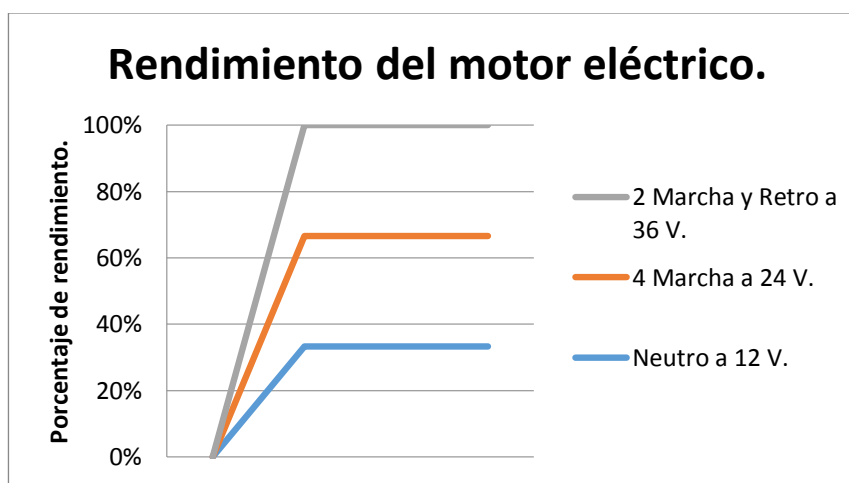


Gráfico 4.1. Alimentación del motor eléctrico con la variación de voltaje.
Fuente: Autores.

Para la fabricación de la placa tomamos en cuenta 4 partes principales:

- Diseño electrónico,
- Diseño del software,
- Diseño del circuito impreso,
- Implementación.

El diseño electrónico fue dado en base a la función que se deseó realizar y los parámetros de entrada y salida de datos, si existe solo monitoreo de señales, si existe monitoreo y control o si existe otros parámetros que se deben tomar en cuenta para que cumpla con la función requerida.

El diseño y desarrollo del software es el complemento del diseño electrónico, básicamente se tomó en cuenta los mismos parámetros por que los dos trabajan en conjunto.

El diseño del circuito impreso fue el resultado de haber ya realizado el diseño electrónico y haber comprobado con el software respectivo, para esto se tomó en cuenta reglas eléctricas como espaciamiento entre pistas, tamaño de las pistas, capacidad de corriente y dimensionamiento de los elementos físicos que constituyen el circuito, también se tomó en cuenta la ubicación de elementos en forma adecuada para minimizar el ruido eléctrico, y colocar filtros correspondientes para este caso.

La implementación se realizó ya sobre la aplicación en el vehículo, todos estos 4 pasos están íntimamente relacionados por lo que siempre van a trabajar en conjunto y son complementarios unos con otros, pues la comunicación es indispensable como se muestra en los gráficos 4.2 y 4.3 entre la placa electrónica de control y la placa electrónica de cambios de marchas.

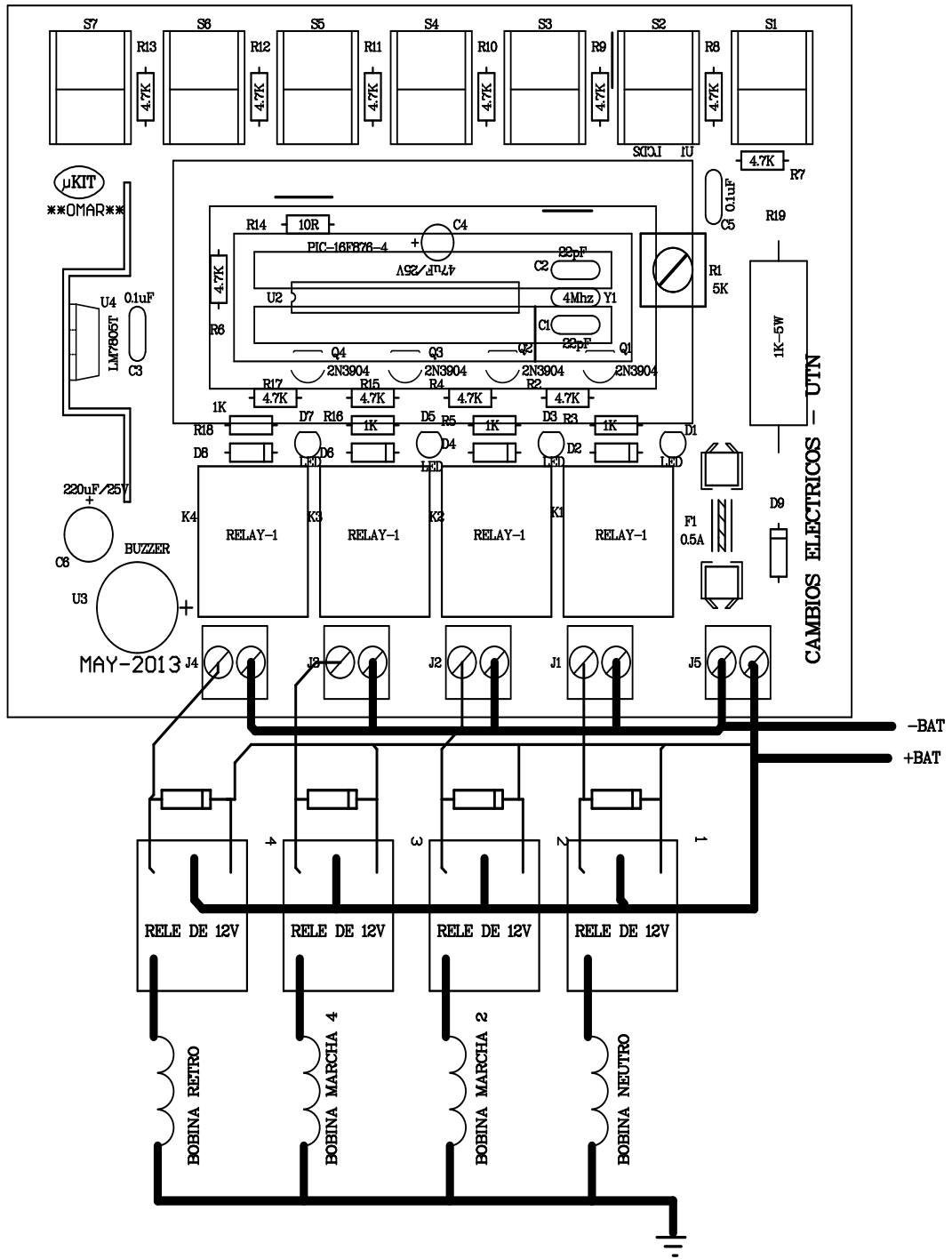


Grafico 4.2. Placa electrónica de cambios electricos.
Fuente: Programa electrónico Protel 99.

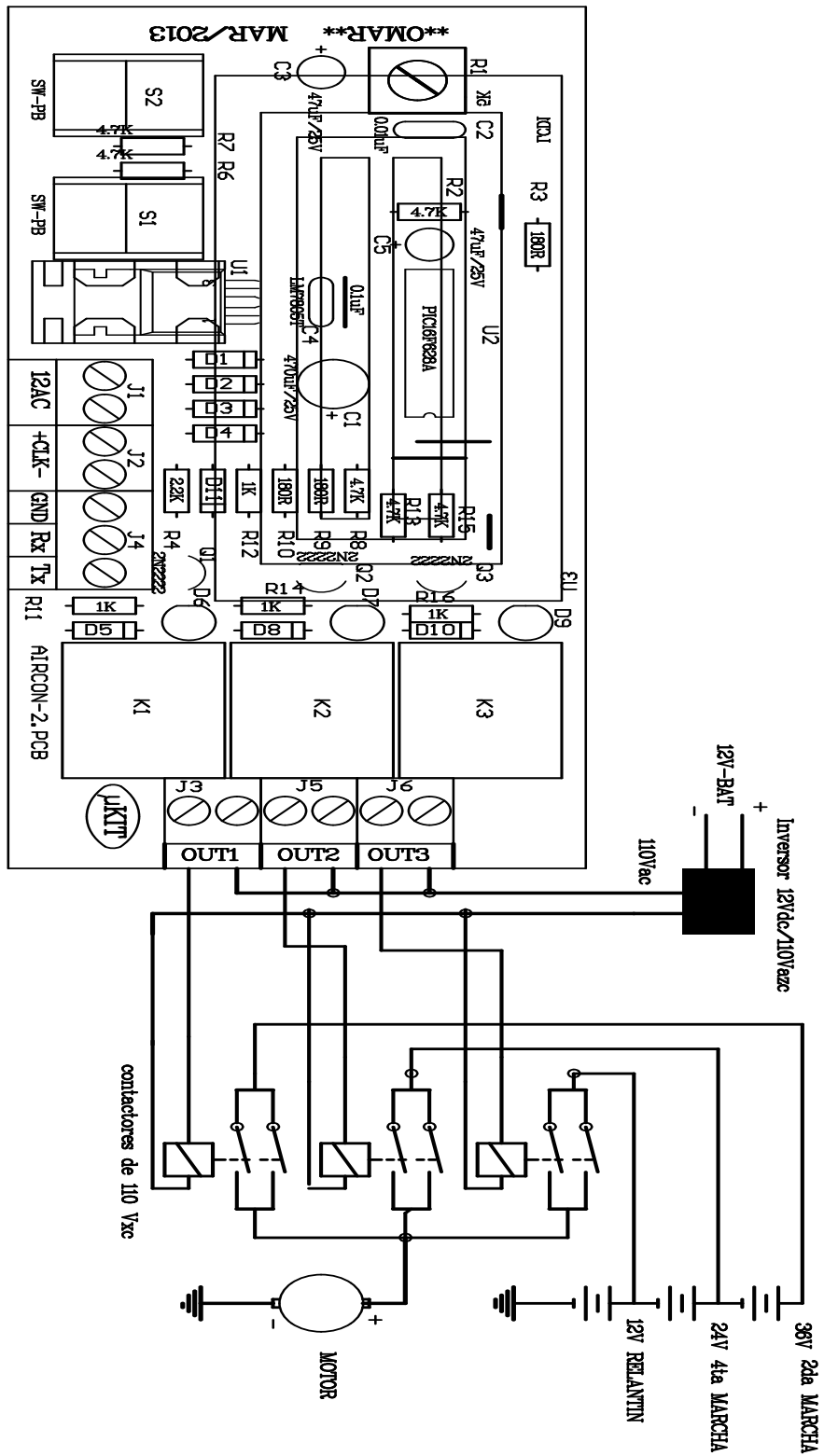


Gráfico 4.3. Placa y sistema de potencia.
Fuente: Programa electrónico Protel 99.

Una vez lista la placa de control electrónico, se procedió a realizar todas las conexiones respectivas del sistema de potencia como se muestra en la figura 4.14, la cual permite el paso o corte del voltaje al motor de C.C.

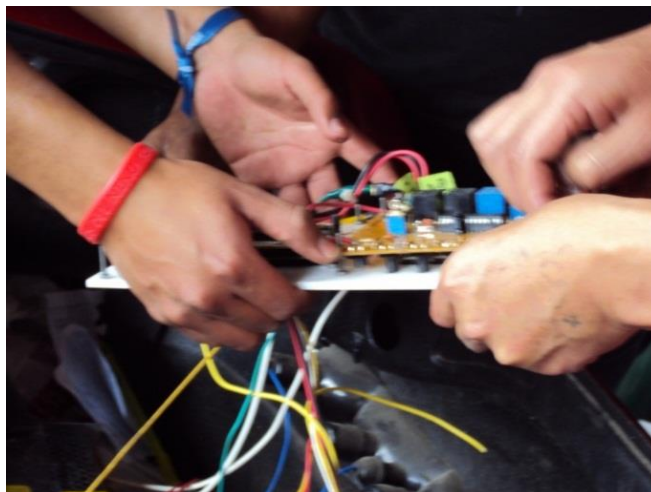


Figura 4.15. Instalación del cableado.
Fuente. Autores.

En la figura 4.15 se muestra un contactor, tal elemento del vehículo prototipo funciona con corriente alterna de 110v, así mismo este voltaje solo permite el accionamiento del mencionado contactor permitiendo el paso de corriente total de 36v de las baterías hacia el motor, cuando el auto híbrido necesita su máxima potencia en la partida.



Figura 4.16. Contactor de 36V.
Fuente. Autores.

En la figura 4.16 se muestra otro contactor trabajando como un interruptor accionado a distancia por medio de un electroimán accionado igualmente con un voltaje de 110v, compuesto por una parte electromagnético y mecánico que permite el paso y control de los 24v de la fuente de alineación al motor, cuando el vehículo se encuentra en marcha de cuarta velocidad.



Figura 4.17. Contactor de 24V.
Fuente. Autores.

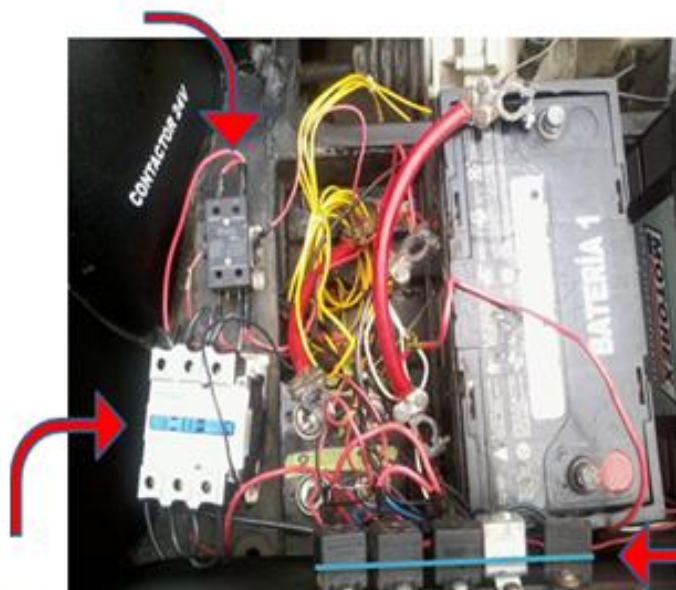
En la figura 4.17 se muestra un relé el cual controla el paso de voltaje nominal de 12v suministrado al motor, cuando el vehículo se encuentra en punto neutro, que no es más que un dispositivo constituido por una resistencia interna atravesada por la corriente de mando abriendo o cerrando el circuito.



Figura 4.18. Relé.
Fuente. Autores.

En las figuras 4.18 y 4.19 se muestra los relés de 12v, contactores de 24v y 36v respectivamente ubicados en el vehículo para realizar las pruebas de todo el sistema eléctrico, controlado por la placa electrónica.

Contactor de 24v



Contantor de 36v

Relays de 12v

Figura 4.19. Sistema de fuerza.
Fuente. Autores.



Figura 4.20. Sistema completo.
Fuente. Autores.

4.5. Pruebas.

4.5.1. Pruebas sin control.

En este proyecto se realizaron varias pruebas tales como, funcionamiento del motor eléctrico directamente conectándolo a las baterías sin ningún dispositivo electrónico de control ni acoplado al vehículo, midiendo la velocidad y el tiempo de duración las baterías.

Otra prueba que se realizó fue con el motor ya montado en el vehículo y este acoplado al sistema de tracción trasera, sin control electrónico de voltaje, conectado directamente al banco de baterías como se muestra en las figuras 4.20, 4.21, 4.22 y 4.23, logrando una duración de 18 minutos y una velocidad máxima de 60 km/h.

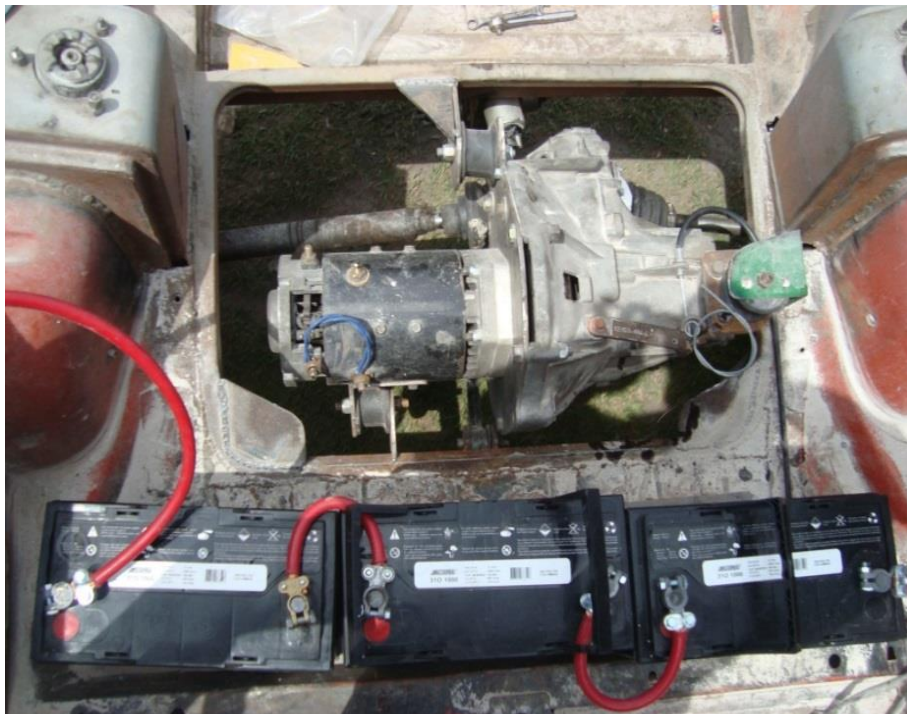


Figura 4.21. Pruebas sin control electrónico en el taller.
Fuente. Autores.

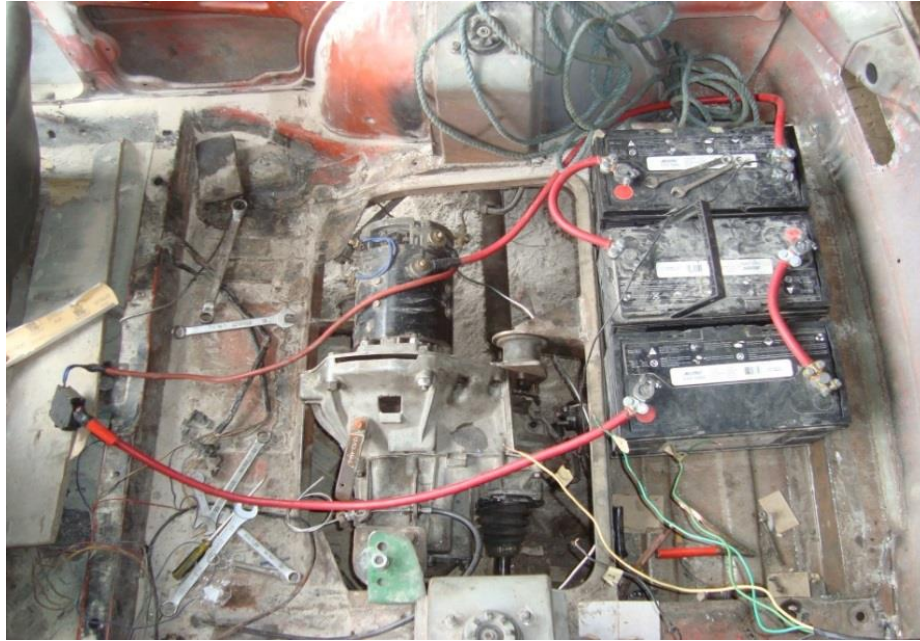


Figura 4.22. Pruebas sin control electrónico en la calle cerca al taller.
Fuente. Autores.

Las siguientes pruebas del vehículo se las realizaron en la pista de Yahuarcocha, y para ello se remolcó el prototipo hasta la pista desde el taller como se muestra en las figuras 4.22 y 4.23.



Figura 4.23. Pruebas sin control electrónico en Yahuarcocha.
Fuente. Autores.



Figura 4.24. Pruebas sin control electrónico en la autopista de Yahuarcocha.
Fuente. Autores.

4.5.2. Pruebas con control.

Ya con los datos recolectados de la primera prueba y con la satisfacción de haber circulado solo con el motor eléctrico. Y con todo el sistema de potencia listo se inició con las pruebas ya controlando el voltaje suministrado al motor de C.C., en la figura 4.24 se muestra la alimentación a la placa con 12 voltios para su funcionamiento.



Figura 4.25. Pruebas de la placa de control electrónico.
Fuente. Autores.

Por medio del medidor de rpm se obtuvo los datos de la tabla 4.10 lo que comprueba que el motor eléctrico una vez acoplado a la caja de cambios e

instalado en el vehículo, disminuye las revoluciones al momento de romper la inercia, ya que se aplica una carga directa a su eje, disminuyendo así las rpm de 8600 a 8500 con el motor alimentado a 36V. Al ser alimentado el motor de 24V también variaron de 6500 a 5800 Rpm y es muy notorio porque se realiza el cambio de segunda a cuarta marcha, y finalmente al ser alimentado el motor con 12V no variaron significativamente las rpm por que el vehículo siempre se mantiene en neutro.

Tabla 4.10. Variación de rpm del motor eléctrico.

	rpm sin carga.	rpm con carga.
12 V	8600	8500
24 V	6500	5800
36 V	1250	1250

Fuente: Autores.

Con los datos registrados en la tabla 4.10 se puede representar las curvas como se muestra en el gráfico 4.5 que realiza el motor eléctrico al ser alimentado con distinto voltajes

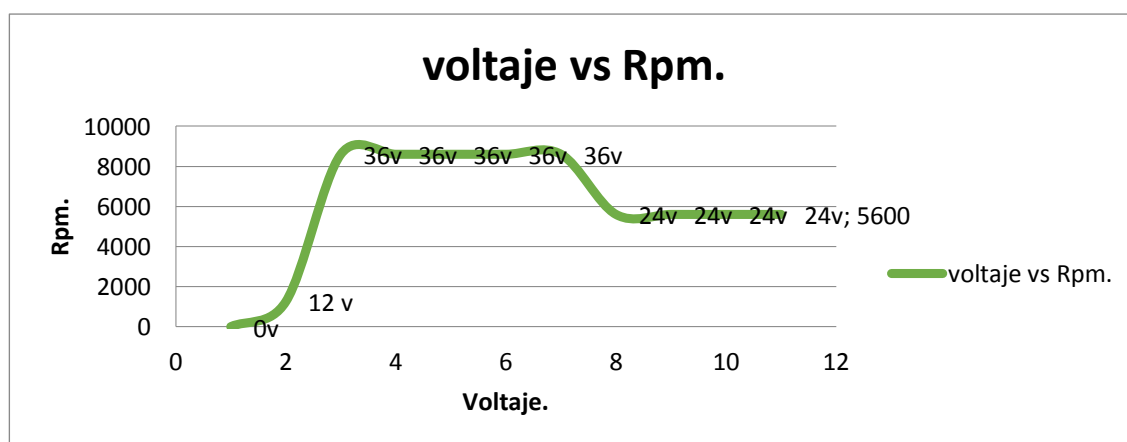


Gráfico 4.5. Comportamiento del motor eléctrico con variación de voltaje.

Fuente: Autores.

La prueba final realizada fue con el sistema eléctrico y electrónico ya instalado, logrando la misma velocidad de 60 km/h pero obteniendo un rendimiento de las baterías mayor, el cual aumentó a 25 minutos, en la figura 4.26 se muestra la prueba en yahuarcocha.



Figura 4.26. Prueba final con control electrónico.
Fuente: Autor.

4.6. Resultados de las pruebas del prototipo híbrido.

Al finalizar las pruebas al vehículo híbrido, circulando por la autopista de Yahuarcocha en el modo de funcionamiento eléctrico, se determinó las velocidades en cada marcha, como se indica en las tablas 4.11 y 4.12.

Tabla 4.11. Registro de funcionamiento eléctrico sin control electrónico.

Prueba	Marcha	Velocidad máxima (Km/h)	Tiempo de autonomía (min)
Vehículo sin placa de control.	2	60	18

Fuente: Autores.

Tabla 4.12. Registro de funcionamiento eléctrico con control electrónico.

Prueba	Marcha	Velocidad máxima (Km/h)	Tiempo de autonomía (min)
Vehículo con sistema de control	2	30	18
	4	60	25

Fuente: Autores.

4.7. Situaciones problemáticas en el desarrollo del proyecto.

En la etapa de pruebas se tuvo problemas que obstaculizaron el desarrollo del proyecto, como se detalla a continuación.

Una vez instalada la placa de control se iniciaron las pruebas de funcionamiento del vehículo prototipo en modo eléctrico. Pero en un principio en el control de potencia se utilizó relés automotrices de 12V como se muestra en la figura 4.26, los cuales no satisficieron las necesidades, porque con tanta corriente circulando por ellos no resistían y se quedaban pegados sus contactos.



Figura 4.27. Relé de 12V.
Fuente. Autores.

Para corregir el problema acontecido de los relés se procedió a reemplazarlos con contactores como se muestra en la figura 4.28, los cuales si cumplieron con el objetivo de soportar la corriente de alimentación del motor eléctrico.



Figura 4.29. Contactores.
Fuente. Autores.

Para que trabajen correctamente los contactores y abran paso de voltaje de 24 y 36 voltios al motor de C.C. se implementó un inversor de voltaje como se muestra en la figura 4.29 el cual convierte los 12V DC de una batería auxiliar a 110v AC.



Figura 4.30. Inversor de voltaje.
Fuente. Autores.

Con todo el sistema y mecanismos instalados, hubo la necesidad de cargar las baterías en conjunto, por tal motivo existió la obligación de fabricar un

cargador de 36V y un medidor del voltaje (Voltímetro) como se muestra en las figuras 4.30 y 4.31 respectivamente.

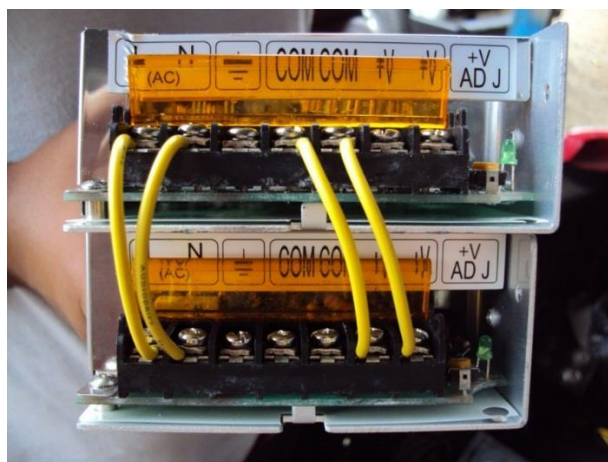


Figura 4.31. Cargador de 36V.
Fuente. Autores.

Las baterías reciben la energía por medio del cargador, el cual puede conectarse a un tomacorriente casero de 110V, para entregar un voltaje rectificado de 36V de corriente continua.

Existen factores que pueden disminuir el desempeño de la fuente de alimentación (banco de baterías).

Los factores a conocer son las características de carga y la durabilidad.

Al recargar el banco de baterías, el valor de la intensidad final debe variar por las siguientes razones:

Prevenir o evitar el aumento de la temperatura porque afecta tanto a las placas como a los separadores.

El cargador debe regular automáticamente la corriente de carga disminuyendo la intensidad, cuando la batería se encuentra en el 75% de su capacidad total.

El voltímetro es un instrumento indispensable, para el monitoreo del banco de baterías.

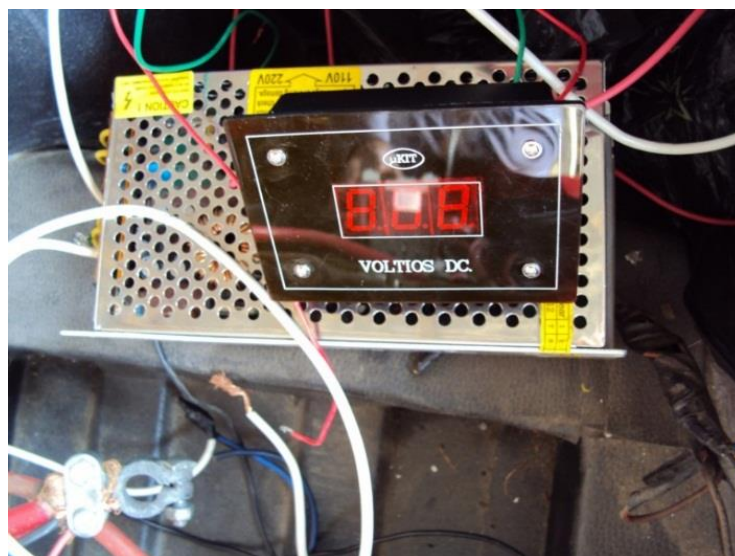


Figura 4.32. Voltímetro.
Fuente. Autores.

Para el funcionamiento del cargador y poder recargar del banco de baterías se implementa una toma corriente de fácil acceso en la parte posterior derecha del prototipo híbrido como se muestra en la figura 4.32, el cual puede ser recargado en cualquier toma corriente casera de 110 voltios AC.



Figura 4.33. Alimentación 110V.
Fuente. Autores.

4.8. Resultados.

Los resultados obtenidos fueron, como principal mover el vehículo con el motor eléctrico logrando así convertirlo en un prototipo de vehículo híbrido finalmente como se aprecia en la figura 4.33, que posee tracción a las cuatro ruedas, la tracción frontal trabaja con el motor de combustión interna y la tracción posterior la cual fue el motivo de estudio es accionada por el motor eléctrico.



Figura 4.34. Producto final prototipo de vehículo híbrido.
Fuente. Autores.

El funcionamiento de las tracciones es independiente, que se la hace por medio de un comando de una botonera ubicada en el panel de control del vehículo con facilidad al alcance del conductor. Para el cambio de las marchas en el sistema de combustión se lo realiza de manera tradicional, con la palanca de cambios. Y para el cambio de marchas en el sistema eléctrico, se lo realiza de forma electrónica, logrado mediante un panel de control conjunto de botoneras como se muestra en la figura 4.34.



Figura 4.35. Panel de control electrónico.
Fuente. Autores.

Otro de los resultados obtenidos fue el lograr una mayor autonomía de las baterías con el control de potencia de alimentación hacia el motor. Pues la autonomía y el rendimiento del prototipo dependen primordialmente de las baterías, por tal motivo se debe conocer los factores que pueden disminuir el desempeño de la fuente de alimentación.

Y finalmente la distancia recorrida con las baterías a plena carga 100%, se logró alcanzar aproximadamente 25 Km, especificado en la tabla 4.13. Claro está que luego de haber recorrido esta distancia el auto empezó a disminuir la velocidad y fuerza.

Tabla 4.13. Registro de resultados obtenidos por vehículo híbrido.

Resultado.	Velocidad máxima (Km/h).	Tiempo de abastecimiento de baterías (min).	Distancia recorrida (Km).
Vehículo Incorporado con sistema de control electrónico.	60	25	25

Fuente. Autores.

4.9. Análisis.

4.9.1. Análisis tecnológico.

El análisis sobre la tecnología con respecto a los vehículos híbridos es bastante amplia, la información bibliográfica que se puede conseguir y que procura seguir mejorando a cada instante. Gracias al avance de la

tecnología se puede controlar la contaminación producida por los vehículos convencionales.

4.9.2. Análisis ecológico.

Pues el prototipo híbrido no emite gases contaminantes relativamente al medio ambiente, al movilizarse en modo eléctrico durante veinticinco minutos. Lo cual es un gran logro de trasladarse sin contaminar.

4.9.3. Análisis educativo.

El prototipo híbrido es muy práctico para la enseñanza y conocimiento de todos sus componentes como la fuente de alimentación del motor eléctrico, el sistema de control de potencia y monitoreo. El cual se encuentra en el taller de mecánica de la Universidad a disposición los señores estudiantes de la carrera de mantenimiento automotriz, para que se enfoquen y proyecten en el fortalecer sus conocimiento sobre los vehículos híbridos.

4.9.4. Análisis comparativo

Tabla 4.14. Análisis Comparativo de pruebas obtenidas del vehículo prototipo.

Variable/ Sistema	Parámetro		Comparación
	Antes	Actual	
Control del motor eléctrico.	Eléctrico	Electrónico	Sistema de control.
Pruebas del motor eléctrico.	18 Km	25 Km	Distancia recorrida.

Fuente: Autor

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES.

A partir de las experiencias obtenidas en el diseño como en las pruebas hechas en el desarrollo del prototipo, se plantean las siguientes conclusiones:

1. Con la instalación de los contactores en el circuito de potencia, se logró controlar los picos de corriente producidos por el motor eléctrico al romper la inercia, ya que con los relés no se logró dicha tarea, debido a que estos no están diseñados para soportar altas corrientes.
2. La relación entre el peso del vehículo y la fuente de alimentación no hace apropiado el transporte de más de dos personas (chofer y acompañante), ya con el peso extra del motor eléctrico y la caja de cambios el vehículo se hace demasiado pesado para mover con el motor eléctrico.
3. Con la instalación de la placa electrónica y de los componentes eléctricos, se logró controlar el voltaje de trabajo del motor eléctrico, dependiendo de las condiciones y necesidades del conductor, esto es a 12v, 24v y 36v.
4. Se pudo aumentar el tiempo de duración de las baterías en un 25%, con la implementación del sistema electrónico de control de voltaje y con ello incrementando la autonomía del vehículo prototipo híbrido, que recorrió 7 Km más que sin el control electrónico.

5.2. Recomendaciones.

1. Se recomienda usar el vehículo en modo eléctrico cuando se encuentra circulando dentro del perímetro de la ciudad de Ibarra, y si desea viajar por carreteras a velocidades mayores a los 60 Km/h o subir pendientes, se recomienda usar el vehículo con el motor de convencional.
2. Para mejoramiento de este proyecto es importante la implementación de un variador de voltaje, lo que evitara que se embale el motor eléctrico al momento que se libera de carga en el momento que el vehículo se encuentra embragado, también evitando el ruido redundante del vehículo.
3. Optar por reemplazar las baterías Plomo- Acido por baterías de Litio-ion, las cuales ayudarán a mejorar la autonomía del vehículo y reduciendo el peso excesivo que tienen las baterías de plomo-ácido.
4. Se impulsa a rediseñar un sistema electrónico, el cual actúe automáticamente cortando el suministro de corriente del circuito entre la red de alimentación y el receptor, cuando las baterías se encuentren al 25% de la descarga total. Así alargando la vida útil de las mismas.
5. Se recomienda reemplazar los el sistema de embragues del vehículo híbrido ya que funciona por accionamiento de cables, por un sistema hidráulico, evitando realizar un sobre esfuerzo al instante del cambio de marchas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Alonso, José Manuel. (2002). Circuitos electrotécnicos básicos. Sistema de carga y arranque. Madrid, España: Thomson. Código: 629.331/ .A46/ Cir.
2. Araujo Diego, López Andrés, Guinot Sergio. (2008). Manual de electrónica aplicada. Madrid, España: Equipo cultural. Código: 623.76/ .G37/ Ele
3. Arboledas Brihuega, David. (2011). Electricidad básica, guía Práctica. Ibarra, Ecuador: Ediciones de la U. código: 621.39/ .A73/ Ele
4. Boylestad, Robert L. (2004). Introducción al análisis de circuitos. Madrid, España: Pearson Educación. Código: 621 319 2/ .B69/ Int
5. Chapman, Stephen J. (2002). Máquinas eléctricas. Madrid, España: McGraw-Hill. Código: 621.313/ .Ch37/ Máq.
6. Cuervo García, Méndez Muñoz, Javier María, BUREAU VERITAS FROMACIÓN. (2011). Energía solar térmica. Madrid, España: FUNDACIÓN CONFEMETAL. Código: 621.47/ .M86/ Ene.
7. Enríquez Harper, Gilberto. (2004). Control de motores eléctricos. México, D.F.: Limusa. Código: 621.462/ .E57/ Cont
8. Enríquez Harper, Gilberto. (2003). Manual de electricidad industrial II: reparaciones de motores eléctricos. México, D.F.: Limusa. Código: 621.462/ H37/ Man.

9. Fernández Salgado, José M. (2010). Guía completa de la energía solar térmica y termoeléctrica. Madrid, España: AMV EDICIONES. Código: 621.47/ .F47/ Guí.
10. Fitzgerald, A. E. (2004). Máquinas eléctricas. Madrid, España: McGraw-Hill. Código: 621.313/ .F58/ Máq.
11. Gómez, Ramón; Moliné, Joan Ignasi; Barbany, Albert. (2011). Electricidad y electrónica: calidad. Lima, Perú: Lexus. Código: 621.3/ .G66/ Ele.
12. Guerrero Vicente; Yuste Ramón; Martínez Luis. (2010). Comunicaciones Industriales. Barcelona, España: Alfaomega, Grupo Editor, Mexico. Código: 621.3/ .M54/ Fun.
13. Gutiérrez Aranzeta, Carlos; Garcia Arana, Graciela; Mata Hernández, Rafael. (2009). Experimentos de electricidad básica. Madrid, España: McGraw-Hill. Código: 621.37/ .G88/ Exp.
14. Granados Germán. (2007). Instalaciones Eléctricas, Segunda Edición Tomo II. Bogotá, Colombia: Alfaomega Colombia S.A. Código: 621.31/ .R65/ Man.
15. Kubala, Thomas. (2009). Electricidad 1: dispositivos, circuitos y materiales. 9 ed. Madrid, España: CengageLearning. Código: 531.382/ .K83/ Ele.
16. Leyva, Luis Flower. (2007). INSTALACIONES ELÉCTRICAS TOMO III. Bogotá, Colombia: Alfaomega Colombia S.A. Código: 0047/.A75/Red.

17. Menéndez Martínez, Alberto. (2012). La corriente continua. Volumen I. Madrid, España: Casa Editora Afaomega. Código: 621.31/ .M46/ Cor.
18. Montaña, Johny. (2012). Teoría de puestas a tierra. Bogotá, Colombia: Ecoe Ediciones. Código: 621.317/ .M66/ Teo.
19. Moro Vallina, Miguel. (2010). Instalaciones solares fotovoltaicas: Electricidad- electrónica; instalaciones eléctricas y automáticas. Madrid, España: Paraninfo. Código: 641.475/ .M67/ Ins.
20. Roldán Vilorio, José. (2011). Manual del electromecánico de mantenimiento. Madrid, España: Paraninfo. Código: 621.31/ .R65/ Man.
21. Roldán Martínez, David. (2005). Comunicaciones Inalámbricas. Madrid, España: Casa Editora Afaomega, Grupo Editor, Mexico. Código: 621.317/ .M66/ Teo.
22. Rueda Santander, Jesús. (2010). Técnico en mecánica & electrónica automotriz: Electricidad y electrónica. Inyección electrónica Tomo 3. 2 ed. Bogotá, Colombia: Alfaomega, Diseli. Código: 629.287/ .R84/ Téc.
23. Tipler, Paul A.; Mosca, Gene. (2011). Física para la ciencia y la tecnología. Volumen 2: electricidad y magnetismo, luz. Barcelona, España: Reverté. Código: 530/ .T75/ Fís.
24. Aranzabal Olea Andrés. (2001). ELECTRÓNICA BÁSICA, Curso de Electrónica Básica en Internet. Recuperado el 12 de febrero de 2012 de http://www.sc.ehu.es/sbweb/electronica/elec_basica/tema8.

25. De la cuadra Emilio. (1899). "Fabricación del ómnibus eléctrico". Recuperado el 5 marzo de 2012 de <http://es.scribd.com/doc/150589780/Autos-Hibridos1>.
26. "Eco Car Electric S.A." (Abril 2005). Empresa de ventas de Vehículo Eléctricos en Chile. Recuperado el 10 de mayo de 2012 de <http://www.ecocar.cl/>.
27. "Electric Vehicle Links" (Enero 2003). Motor Control. Recuperado el 13 de julio de 2012 de <http://www.motorcontrol.com/electricvehicles.htm>.
28. Martínez Javier. (2007) Universidad Católica documenta que la alemana Volkswagen desarrolló en 1973 el Volkswagen Taxi, que logró Recorrer casi 13.000 kilómetros en pruebas. Recuperado el 12 de abril de 2012 de <http://www.motherearthnews.com/green-transportation/electric-car-conversion>.
29. Riley Robert Q., Solar Dome. (Febrero 2006). "Electric And Hybrid Vehicles" Recuperado el 15 de mayo de 2011 de <http://www.solardome.com/solardome51.html>.
30. Toyota Motors Inc. (Diciembre 2004). "Futuros y Conceptos". Recuperado el 20 de marzo de 2011 de <http://www.toyota.com/espanol/vehicles/future/index.html>.
31. "Toyota Prius en Chile (Diciembre 2001). Apuesta por la naturaleza", Artículo del Diario El Mercurio, Chile. Recuperado el 18 de agosto de 2012 de http://automoviles.elmercurio.com/Articulos/detalle_noticias.asp?ID=1091.

ANEXOS

SOCIALIZACION.

*Se realizó la socialización del trabajo de grado del tema “**Instalación del sistema eléctrico entre los componentes; baterías, motor eléctrico, control de voltaje y aceleración, en un prototipo de vehículo híbrido**”, con lo estudiantes de Noveno Nivel de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, el día 24 de octubre del 2013 a las 18h30.*







MANUAL DE MANTENIMIENTO DEL MOTOR DE CORRIENTE CONTINUA.

MANTENIMIENTO GENERAL.

Un programa adecuado de mantenimiento para motores eléctricos, cuando es usado correctamente, incluye las siguientes recomendaciones:

- Mantener el motor y los equipamientos asociados limpios.
- Medir periódicamente la resistencia de aislamiento.
- Medir periódicamente la temperatura de los devanados, cojinetes y del sistema de ventilación.
- Verificar eventuales desgastes, y la vida útil de los cojinetes.
- Verificar eventuales desgastes de las escobillas y del conmutador.
- Medir los niveles de vibración de la máquina.

LIMPIEZA GENERAL.

Para facilitar el intercambio de calor con el medio, la carcasa del motor debe ser mantenida limpia, sin acumulación de aceite o polvo en su parte externa.

También, el interior del motor debe ser mantenido limpio, exento de polvo y aceites.

Para la limpieza utilice escobillas o paños limpios de algodón. Si el polvo no es abrasivo, la limpieza debe ser hecha con un aspirador de polvo industrial, “aspirando” la suciedad de la tapa deflectora y toda la acumulación de polvo contenido en las paletas del ventilador y en la carcasa.

Los detritos impregnados con aceite o humedad pueden ser removidos con un paño humedecido en solventes adecuados.

También es recomendado realizar la limpieza de las cajas de conexión. Los bornes y conectores deben ser mantenidos limpios, sin oxidación y en perfectas condiciones de operación.

LIMPIEZA DE LOS DEVANADOS.

Para obtener una operación más satisfactoria y una vida más prolongada del devanado aislado, se recomienda mantener el mismo, libre de suciedad, aceite, polvo metálico, contaminantes etc.

Para eso es necesario que el devanado sea inspeccionado y limpiado periódicamente y que trabaje con aire limpio.

El devanado podrá ser limpiado con un aspirador de polvo industrial con punta fina, no metálico, o simplemente con un paño seco.

El tiempo requerido para secado del devanado, tras la limpieza, varía de acuerdo con las condiciones del tiempo, como temperatura, humedad etc.

Inspecciones:

Las siguientes inspecciones deben ser ejecutadas tras la limpieza cuidadosa del devanado:

- Verificar los aislamientos del devanado y de las conexiones.
- Verificar las fijaciones de los separadores, amarraduras, cuña de ranuras y soportes.
- Verificar que no hayan ocurrido eventuales rupturas, si existen soldaduras deficientes, cortocircuito entre espiras y contra la masa en las bobinas y en las conexiones.

- Asegurarse de que los cables estén conectados adecuadamente y que los elementos de fijación de los terminales esté firmemente apretado. En caso necesario, ejecute el reapriete.

LIMPIEZA DEL COMPARTIMIENTO DE LAS ESCOBILLAS

- El compartimiento de las escobillas debe ser limpiado con un aspirador de polvo, removiendo el polvo de las escobillas hacia fuera del motor.
- El conmutador debe ser limpiado con un paño limpio y seco que no suelte hilos.
- Los espacios entre las láminas deben ser limpiados con una manguera de aspirador de polvo.
- Para limpieza del conmutador no deben ser usados solventes, ya que el vapor de estos productos es perjudicial para el funcionamiento de las escobillas y del conmutador.
- No debe ser retirada la película formada en el depósito de material de las escobillas, en el conmutador (pátina) ya que ésta es benéfica para la conmutación del motor.
- Limpiar los soportes de los porta escobillas y los terminales de conexiones de las escobillas, que pueden estar cubiertos de polvo de las escobillas.
- Remover las escobillas y limpiarlas, para asegurarse de que se muevan libremente en el alojamiento.

CONMUTADOR

El buen estado del conmutador es fundamental para el perfecto comportamiento de la máquina de corriente continua. Por eso, es importante su observación periódica.

El conmutador debe ser conservado libre de aceite y grasa, y los surcos entre las láminas deberán ser mantenidos limpios.

En condiciones normales de operación, la pátina que se forma sobre el conmutador presenta una coloración marrón oscura o levemente negra. Si la superficie está brillante, lustrosa o áspera, es probable que el tipo de escobilla deba ser cambiado.

Por otro lado, una camada de coloración negra y espesa, que generalmente aparece por sobrecargas prolongadas con presencia de humedad, indica una deposición excesiva del material sobre el conmutador. En estos casos, dicha camada debe ser removida por medio de piedra pómez (artificial) o lija fina (nº 220).

El desgaste del conmutador ocurre normalmente de modo uniforme a lo largo de las pistas.

El desgaste en el conmutador es medido en la posición de la pista de las escobillas, en relación a la superficie no utilizada. Siempre que esta diferencia sea superior a 0,1mm, el conmutador deberá ser reacondicionado.

Si la diferencia en altura entre láminas adyacentes cualesquiera es mayor que 0,005mm, el conmutador deberá ser reparado.

El reacondicionamiento del conmutador consiste básicamente en un torneado fino y el posterior rebajamiento de las láminas de mica. La tabla de abajo indica el mínimo diámetro "desgastado" que el conmutador puede tener tras sucesivos mecanizados.

Para un diámetro menor que el indicado, se hace necesario sustituir el conmutador.

Verificación de la conmutación

Una conmutación exitosa es definida como la calidad de conmutación que no resulta en perjuicios al conmutador ni a las escobillas, lo que perjudicaría el buen funcionamiento del motor.

La ausencia total de un chispeo visible no significa esencialmente una conmutación exitosa.

Para verificación de la conmutación se debe aplicar una carga al motor y observar el chispeo, determinando si éste es normal o no. En caso de chispeo anormal, a partir del nivel 1 $\frac{3}{4}$, se debe determinar la causa o las causas y eliminarlas.

Las chispas resultantes de una conmutación insatisfactoria pueden tener causas mecánica, como vibraciones en la máquina, deformación en el conmutador, presión inadecuada en las escobillas, etc.

Causas eléctricas como mal contacto entre escobillas y conmutador, problemas en el devanado de los polos de conmutación o en la armadura, picos de corriente, entrehierro desajustado, etc.

PORTA ESCOBILLAS.

Los alojamientos deben permitir el libre movimiento de las escobillas, no obstante, holguras excesivas provocan trepidaciones y consecuente chispeo.

La presión de los resortes deberá variar entre 200 y 250 g/cm², salvo en casos especiales. La distancia entre el porta escobillas y la superficie del conmutador deberá ser aproximadamente de 2 mm, para evitar el quiebre de las escobillas, así como daños al conmutador.

Los conjuntos de porta escobillas son ajustados en la fábrica en la posición más favorable para la conmutación. Esta posición (zona neutra) es indicada por marcas de referencia en el soporte de los porta escobillas. Una vez ajustado el conjunto de porta escobillas, no deberá ser cambiado de posición, ya que sirve para cualquier valor de carga.

En caso de necesidad de desmontaje del conjunto, respetar la marcación para el montaje.

ESCOBILLAS.

A cada máquina de corriente continua le es destinada previamente una calidad de escobilla, debiendo ser usado siempre el mismo tipo de escobilla, así como la misma cantidad suministrada originalmente.

Las escobillas de tipos diferentes no deberán ser mezcladas.

La elección del tipo de escobilla es realizada en función de las características de cada máquina, tales como: velocidad, tensión, corriente, etc.

Las escobillas deberán ser constantemente observadas durante el funcionamiento; respete los siguientes ítems:

- Asegurarse de que todas las escobillas son de la misma calidad.
- Asegurarse de que las escobillas tengan los cables de la misma longitud. Ni cortos, ni largos de más, para así permitir un libre deslizamiento.

- Verificar que ocurra libre movimiento en los porta escobillas y que no exista ningún material incrustado en la superficie interna que perjudique el movimiento de las escobillas.
- Asentar las escobillas con una lija colocada entre la superficie del conmutador y las escobillas, con la cara abrasiva orientada hacia la superficie de contacto de la escobilla.
- Utilizar también piedra pómez.
- Para controlar el desgaste de las escobillas, observar la marca en relieve en la cara lateral (axial) La mínima altura que la escobilla debe tener para que no ocurran daños al conmutador es aquella en que la marca de desgaste aún es visible.
- Al sustituir las escobillas, cambiar siempre el juego completo.
- Al sustituir las escobillas gastadas por otras de la misma granulación, no debe ser removida la pátina existente en el conmutador, si la misma presenta un aspecto normal.
- Al sustituir las escobillas por otras de calidad distinta, se debe, obligatoriamente, retirar la pátina existente en el conmutador, con uso de una lija fina.

PLAN DE MANTENIMIENTO

El plan de mantenimiento descrito en la siguiente tabla, es simplemente orientativo, ya que los intervalos entre cada intervención de mantenimiento pueden variar con las condiciones de funcionamiento del motor.

Tabla 1: Plan de mantenimiento

ANORMALIDADES, CAUSAS Y SOLUCIONES

Relación básica de anomalías, causas y acciones correctivas

EQUIPO	Semanal	3 semanas	Mensual	3 meses	6 meses	1 año	Observación
	ESTATOR						
Inspección visual del estator.					X		
Control de la limpieza.				X			
Control de los terminales del estator.					X		
Medir la resistencia de aislamiento de los devanados.					X		
	ROTOR						
Control de la limpieza.				X			
Inspección visual.					X		
Inspección del eje (desgaste, incrustaciones).						X	

	COJINETES						
Control del ruido, vibración, alta temperatura.		X					
Inspección de los casquillos y de la pista del eje (Cojinete de deslizamiento).						X	
Cambiar el lubricante.							Conforme período indicado en la placa de características

	ESCOBILLAS, PORTAESCOBILLAS						
Inspeccionar y limpiar		X					
Verificar el área de contacto de las escobillas				X			
Verificar el libre movimiento de las escobillas dentro		X					
Verificar el desgaste de las escobillas y cambiarlas, si es necesario.			X				

	Conmutador						
Inspeccionar y limpiar el compartimento del conmutador.			X				
Verificar el área de contacto del conmutador.				X			
Verificar el estado y el desgaste del conmutador y la formación de pátina.			X				

	EQUIPAMIENTOS DE PROTECCIÓN Y CONTROL						
Testear el funcionamiento.						X	
Registrar los valores.				X			

	MOTOR COMPLETO						
Inspección de ruido y vibración.		X					
Reapretar los						X	
Limpiar las cajas de conexión.						X	
Reapretar las conexiones eléctricas y de						X	

ANORMALIDAD	POSIBLES CAUSAS	CORRECCIÓN
Motor no arranca en vacío.	Circuito de armadura interrumpido.	Examinar conductores de entrada y bornes.
	Bobinas de conmutación o armadura en corto.	Identificar el cortocircuito y recuperarlo.
	Sistema de accionamiento defectuoso.	Verificar si hay interrupción o defecto en el sistema de accionamiento.
	Porta escobillas fuera de zona neutral.	Ajustar la zona neutral.
	Circuito de campo interrumpido.	Eliminar la interrupción

Motor arranca con sacudidas.	Sistema de accionamiento defectuoso.	Corregir el defecto.
	Cortocircuito entre espiras en la armadura.	Reacondicionar la armadura.
	Cortocircuito entre láminas del conmutador.	Examinar el conmutador y eliminar el cortocircuito.
	Escobillas desplazadas de la zona neutral.	Reajustar la posición de las escobillas, obedeciendo la marcación.
Motor rueda demasiado acelerado y oscila cuando enfrenta carga.	Circuito de campo interrumpido o reóstato de campo con resistencia excesiva.	Corregir la interrupción. Ajustar la resistencia correctamente
	Devanado en serie, auxiliar, conectado incorrectamente.	Verificar la conexión y corríjala.
	Sobrecarga.	Testar la tensión y corriente. Eliminar la sobrecarga.
Calentamiento anormal en servicio.	Volumen de aire refrigerante no es suficiente.	Verificar el sentido de rotación de la ventilación.
	Cortocircuito en los devanados de armadura y de campo.	Verificar los devanados y los puntos de soldadura. Reparar las bobinas.
	Exceso de grasa.	Retirar el exceso.
Calentamiento anormal de los rodamientos.	Grasa en mal estado o incorrecta.	Lubricar con grasa correcta.
	Rodamiento en mal estado.	Substituir el rodamiento.
	Conmutador abalizado.	Mecanizar, rebaje la mica y quiebre los ángulos de las láminas.

Chispeo en las escobillas cuando el motor enfrenta carga.	Superficie del conmutador muy sucia.	Limpiar el conmutador.
	Aislamiento saliente entre láminas (mica).	Rebajar la mica y quiebre las aristas de las láminas.
	Presión en las escobillas insuficiente.	Verificar, en caso necesario.
	Mal contacto entre el terminal de la escobilla y la porta escobillas.	Reapretar los tornillos de fijación de los terminales de las escobillas.
	Escobillas desgastadas.	Substituir las por otras del mismo tipo.
	Tipo inadecuado de escobillas.	Verificar que sean usadas solamente escobillas del tipo especificado en función de la
	Aristas de la escobilla quebrada.	Sustituir escobillas.
	Escobillas mal asentadas.	Lijar la escobilla y amoldarla enteramente a la curvatura del conmutador.
	Escobillas atascadas en los alojamientos.	Verificar la tolerancia dimensional de las escobillas.
	Cortocircuito entre láminas del conmutador.	Identificar el cortocircuito y elimínelo.
	Partículas de impurezas se desprenden de las escobillas o láminas y se inflaman.	Limpiar el conmutador y todos los porta escobillas. Si es necesario, adecuar el tipo de escobilla en función de carga.
Proyección de chispas.	Sobrecarga.	Ajustar los valores de sobrecarga admisibles.

WEG Group - Energy Business Unit

Jaraguá do Sul - SC - Brazil Phone: 55 (47) 3276-4000

energia@weg.net www.weg.net.