



**Implementación de un Plan de Mantenimiento de Motores de Arranque para
los Vehículos Tácticos y Administrativos de la Fuerza Terrestre en el
Batallón de Mantenimiento “Quisquis”.**

Almeida Abata, Cristian Sebastián

Departamento de Ciencias de Energía y Mecánica.

Carrera de Tecnología en Mecánica Automotriz

Monografía, previo a la obtención del título de Tecnólogo en Mecánica Automotriz

Ing. Sánchez Mosquera, Carlos Rafael

18 de marzo del 2021



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE TECNOLOGÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ

Certificación

Certifico que la monografía “ **IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO DE MOTORES DE ARRANQUE PARA LOS VEHÍCULOS TÁCTICOS Y ADMINISTRATIVOS DE LA FUERZA TERRESTRE EN EL BATALLÓN DE MANTENIMIENTO QUISQUIS**”, fue realizado por el señor **Almeida Abata, Cristian Sebastian**, el mismo que ha sido revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto, cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, metodológicos establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditarlo y autorizar para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 18 de marzo de 2021

Ing. Sánchez Mosquera, Carlos Rafael

C.C: 1803232113

Reporte de verificación



Document Information

Analyzed document	URKUN TESIS PLAN DE MTTO. MOTORES DE ARRANQUE.docx (D78789059)
Submitted	9/8/2020 6:29:00 PM
Submitted by	
Submitter email	ccalmeida@espe.edu.ec
Similarity	10%
Analysis address	rjnaranzo.espe@analysis.orkund.com

Sources included in the report

W	URL: https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/130/1/T-UIDE-0134.pdf Fetched: 11/27/2019 9:53:54 AM		2
W	URL: https://eltrasteroloco.files.wordpress.com/2017/04/mantenimiento-del-sistema-de-ar ... Fetched: 12/6/2019 8:22:51 AM		16
W	URL: https://docplayer.es/91472497-Mantenimiento-del-sistema-de-arranque-del-motor-del- ... Fetched: 7/7/2020 6:36:36 AM		2
W	URL: https://www.motoryracing.com/coches/noticias/el-motor-de-arranque-su-concepto-part ... Fetched: 9/8/2020 6:31:00 PM		1
SA	Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE / preparatorio 2.docx Document preparatorio 2.docx (D54589131) Submitted by: sjalban1@espe.edu.ec Receiver: lmarellano1.espe@analysis.orkund.com		1
W	URL: https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/6506/1/4132746-2017-2-IM.pdf Fetched: 7/5/2020 1:48:20 AM		2

Ing. Sánchez Mosquera, Carlos Rafael

C.C: 1803232113



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE ENERGIA Y MECANICA
CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

Responsabilidad de autoría

Yo, **Almeida Abata, Cristian Sebastian**, con cédula de identidad 1723432223, declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía; **“IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO DE MOTORES DE ARRANQUE PARA LOS VEHÍCULOS TÁCTICOS Y ADMINISTRATIVOS DE LA FUERZA TERRESTRE EN EL BATALLÓN DE MANTENIMIENTO QUISQUIS”**, es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciado las citas bibliográficas. Consecuentemente el contenido de la investigación mencionada es veraz.

Latacunga, 18 de marzo de 2021

A handwritten signature in blue ink, which appears to read 'CRISTIAN SEBASTIAN ALMEIDA ABATA', is written over a horizontal dashed line.

Almeida Abata, Cristian Sebastian

C.C. 1723432223



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

Autorización de publicación

Yo, **Almeida Abata, Cristian Sebastian**, con cedula de identidad 1723432223, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: **“IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO DE MOTORES DE ARRANQUE PARA LOS VEHÍCULOS TÁCTICOS Y ADMINISTRATIVOS DE LA FUERZA TERRESTRE EN EL BATALLÓN DE MANTENIMIENTO QUISQUIS”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Latacunga, 18 de marzo de 2021

A handwritten signature in blue ink, which appears to read 'ALMEIDA ABATA CRISTIAN SEBASTIAN', is written over a horizontal dashed line.

Almeida Abata, Cristian Sebastian

C.C. 1723432223

Dedicatoria

El presente trabajo de titulación va dedicado especialmente a dios quien mediante un gesto de amor entrego su vida por la salvación de la humanidad. a mis padres por guiarme y enseñarme valores de respeto, siendo siempre el pilar fundamental en mi vida, con el ejemplo del trabajo y responsabilidad. a mi querida y bella esposa por brindarme su amor, cariño y apoyo en los momentos más difíciles de mi carrera. a mi bello hijo que siendo el mi motor para siempre emprender nuevos desafíos y darle así el ejemplo que el necesita para ser un hombre de bien.

CRISTIAN SEBASTIAN ALMEIDA ABATA

Agradecimiento

Agradezco a Dios por haber guiado mi camino cuando parecía que todo estaba cerrado el me mostro siempre la luz al final del túnel. A mi esposa y mi querido hijo por ser siempre la inspiración para alcanzar mis sueños. A mi madre por darme la vida y enseñarme el valor del trabajo diario.

CRISTIAN SEBASTIAN ALMEIDA ABATA

Tabla de contenidos

Caratula.....	1
Certificación	2
Reporte de verificación	3
Responsabilidad de autoría.....	4
Autorización de publicación.....	5
Dedicatoria.....	6
Agradecimiento.....	7
Índice de contenidos	8
Índice de tablas.....	11
Índice de figuras	12
Resumen	15
Abstract.....	16
Planteamiento del problema.....	17
Tema	17
Antecedentes	17
Planteamiento del problema	19
Justificación	20
Objetivos	21
<i>Objetivo general</i>	21
<i>Objetivos específicos</i>	21
Alcance	21
Marco teórico	22
Introducción	22
Tipos de motor de arranque	23
<i>Motores de arranque convencionales</i>	23
<i>Motores de arranque con reductora</i>	24
<i>Motores de arranque coaxiales</i>	25

<i>Motores de arranque con inducido deslizante</i>	27
Motor de arranque	28
Principio de funcionamiento del motor de arranque	29
<i>Fuerza magnética</i>	29
<i>Fuerza contraelectromotriz en los motores de arranque</i>	30
Componentes de un motor de arranque	31
<i>Estator</i>	31
<i>Rotor</i>	31
<i>Colector</i>	33
<i>Soporte lado colector</i>	33
<i>Piñón de engrane</i>	34
<i>Escobillas</i>	35
<i>Tapa porta escobillas</i>	35
<i>El automático de arranque</i>	36
Desarrollo del tema	38
Desmontaje y despiece del motor de arranque de Jeep táctico	38
<i>Desarrollo</i>	38
Mantenimiento preventivo y correctivo	45
<i>Diagnóstico del motor de arranque antes de desmontarlo</i>	45
Comprobaciones del motor de arranque desmontado y desarmado	51
<i>Comprobación del inducido del motor de arranque</i>	51
<i>Comprobación del estator de motor de arranque</i>	53
<i>Comprobación de la porta carbones del motor de arranque</i>	54
<i>Comprobación del automático del motor de arranque</i>	55
<i>Revisión y verificación de la rueda libre</i>	57
Guías de práctica para motores de arranque	60
<i>Guía de práctica N°1</i>	60
<i>Guía de práctica N°2</i>	64
<i>Guía de práctica N°3</i>	68
Capacitación del personal de técnicos	75
Conclusiones y recomendaciones	80
Conclusiones	80
Recomendaciones	80

Bibliografía 81

Índice de tablas

Tabla 1. <i>Especificaciones del Motor de Arranque</i>	41
Tabla 2. <i>Diagnóstico del Motor de Arranque</i>	46

Índice de figuras

Figura 1. <i>Motor de Arranque Convencional</i>	24
Figura 2. <i>Motor de Arranque con Reductora</i>	24
Figura 3. <i>Conjunto Corona</i>	25
Figura 4. <i>Eje Portasatélites y Satélites</i>	25
Figura 5. <i>Motor de Arranque Coaxial</i>	26
Figura 6. <i>Despiece de un Motor de Arranque Coaxial</i>	26
Figura 7. <i>Motor de Arranque de Inducido Deslizante</i>	27
Figura 8. <i>Despiece de un Motor de Arranque con Inducido Deslizante</i>	27
Figura 9. <i>Motor de Arranque</i>	28
Figura 10. <i>Polos Magnéticos</i>	30
Figura 11. <i>Sistema de fuerzas</i>	30
Figura 12. <i>Estatórotor</i>	31
Figura 13. <i>Rotor</i>	32
Figura 14. <i>Inducido</i>	32
Figura 15. <i>Colector</i>	33
Figura 16. <i>Soporte lado Colector</i>	34
Figura 17. <i>Conjunto Piñón</i>	34
Figura 18. <i>Escobillas</i>	35
Figura 19. <i>Tapa Portaescobillas</i>	36
Figura 20. <i>Automático</i>	36
Figura 21. <i>Sección del Relé de Arranque</i>	37
Figura 22. <i>Jeep Táctico HMMWV M-1152</i>	38
Figura 23. <i>Sistema de arranque</i>	39
Figura 24. <i>Baterías 24V</i>	39

	13
Figura 25. <i>Cableado del Jeep Táctico</i>	40
Figura 26. <i>Motor de Arranque</i>	40
Figura 27. <i>Terminales del Automático</i>	41
Figura 28. <i>Conjunto Piñón</i>	42
Figura 29. <i>Automático o Solenoide de Arranque</i>	42
Figura 30. <i>Tester del Motor de Arranque</i>	43
Figura 31. <i>Tapa porta Escobillas</i>	43
Figura 32. <i>Parta Escobillas</i>	44
Figura 33. <i>Estatore</i>	44
Figura 34. <i>Inducido</i>	45
Figura 35. <i>Herramienta para Comprobación de Continuidad</i>	51
Figura 36. <i>Comprobación de Funcionamiento de la Herramienta</i>	52
Figura 37. <i>Comprobación de Continuidad del Inducido</i>	52
Figura 38. <i>Probador de Inducidos</i>	53
Figura 39. <i>Comprobación del Estator</i>	54
Figura 40. <i>Comprobación de los Porta Carbones</i>	55
Figura 41. <i>Comprobación del Automático</i>	56
Figura 42. <i>Conexión de Comprobación del Bobinado del Automático</i>	57
Figura 43. <i>Chequeo Visual del Piñón de Ataque</i>	57
Figura 44. <i>Sistema de Resortes de Traba del Piñón de Ataque</i>	58
Figura 45. <i>Comprobación de Giro de la Rueda Libre</i>	59
Figura 46. <i>Capacitación CEMTRA</i>	75
Figura 47. <i>Capacitación técnica sobre el vehículo</i>	76
Figura 48. <i>Capacitación al CMVT</i>	77
Figura 49. <i>Capacitación de la sesión SINOTRUCK</i>	78

Figura 50. *Capacitación de normas de seguridad* 79

Resumen

Un mantenimiento total significa saciar las necesidades de los usuarios o personas que acceden al uso de un servicio automotriz o diferente, ejecutando estos trabajos de una manera eficiente, rápida y eficaz en caso de la institución militar para poder cumplir las operaciones militares sin ningún contra tiempo. El presente proyecto de titulación trata sobre la Implementación de un Plan de Mantenimiento de Motores de Arranque para los Vehículos Tácticos y Administrativos de la Fuerza Terrestre en el Batallón de Mantenimiento "Quisquis", en la actualidad el centro de mantenimiento de vehículos tácticos y administrativos solo cuentan con un mantenimiento mínimo de cada uno de los sistemas que necesita un automotor para su correcto funcionamiento, de tal manera que los trabajos que no se podría realizar en el centro de mantenimiento son enviados a terceras personas que realicen este tipo de servicio, generando gastos adicionales a la institución militar, de tal forma se recolecto información sobre el mantenimiento preventivo y correctivo de los motores de arranque, esto permitirá que los técnicos que realicen el mantenimiento del sistema de arranque puedan consultar todo sobre causas, fallas y soluciones que se pueden realizar sin desmontar el motor de arranque del vehículo. Para validar la información también se diseñó guías de mantenimiento don deberán comparar y anotar los valores obtenidos de cada medición o prueba realizada, esto ayudara a llevar un control de mantenimiento más estructurado y conservar la vida útil del parque automotor de la institución militar.

Palabras clave:

- **AUTOMOTOR**
- **TÉCNICO AUTOMOTRIZ**
- **SISTEMAS**

Abstract

A total maintenance means satisfying the needs of users or people who access the use of an automotive or different service, executing these works in an efficient, fast and effective way in the case of the military institution to be able to fulfill military operations without any setback. This degree project deals with the Implementation of a Starter Motor Maintenance Plan for the Tactical and Administrative Vehicles of the Land Force in the "Quisquis" Maintenance Battalion, currently the maintenance center for tactical and administrative vehicles only have a minimum maintenance of each of the systems that an automotive needs for its correct operation, in such a way that the works that could not be carried out in the maintenance center are sent to third parties who perform this type of service, generating expenses additional to the military institution, in such a way that information on preventive and corrective maintenance of the starter motors was collected, this will allow the technicians who perform the maintenance of the starting system to consult everything about causes, faults and solutions that can be carried out without removing the starter motor from the vehicle. To validate the information, maintenance guides were also designed where they should compare and write down the values obtained from each measurement or test carried out, this will help to carry out a more structured maintenance control and preserve the useful life of the automotive fleet of the military institution.

Key words:

- **AUTOMOTIVE**
- **TECHNICAL TECHNICIAN**
- **SYSTEMS**

Capítulo I

1 Planteamiento del problema

1.1 Tema

Implementación de un Plan de Mantenimiento de Motores de Arranque para los Vehículos Tácticos y Administrativos de la Fuerza Terrestre en el Batallón de Mantenimiento Quisquis.

1.2 Antecedentes

En la actualidad el ejército ecuatoriano cumple la misión de protección del territorio nacional, de tal manera que cuenta con brigadas en puntos estratégicos para el abastecimiento de unidades de movilidad, dentro de los cuales, se implementaron secciones de mantenimiento básico de la flota de vehículos dependiendo del sector donde pertenezca.

Teniendo como punto central al Comando Logístico (COLOG), ubicado en la ciudad de Quito. Es el comando de apoyo logístico del ejército el cual abastece a los diferentes CLRS, que se encuentran en las provincias de Azuay, Guayas, Sucumbíos y Pichincha.

En cada brigada se cuenta con un taller básico para brindar mantenimiento al campo automotor, mismo que no cubre con todas las necesidades para el mantenimiento adecuado de los diferentes sistemas del vehículo, entre los que se encuentra el sistema de arranque.

En el proyecto realizado con el tema “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE PRUEBAS PARA MOTORES DE ARRANQUE Y ALTERNADORES DE VEHÍCULOS LIVIANOS.” En dicha tesis se diseñó y se incorporó un tablero de pruebas para la U.I.D.E que permitió una mejor metodología para el aprendizaje de los

estudiantes de la Facultad de Mecánica Automotriz y Electrónica Automotriz en el área de Electricidad. (Paredes, 2014, pág. 1)

En el proyecto de tesis realizado con el tema “ADECUACIÓN DEL LABORATORIO DE AUTOTRÓNICA DEL TALLER DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRÍZ DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.” surgió de la vivencia de los estudiantes de la carrera durante las prácticas de laboratorio, donde se pudo comprobar que si bien la Universidad Técnica del Norte, con autonomía presupuestaria y capacidad de gestión para implementar los ambientes más adecuados y funcionales donde se forman los futuros ingenieros en mantenimiento automotriz, quedan aún detalles y trabajos complementarios que pueden hacer más ergonómico el laboratorio de autotrónica. Así, es posible aportar a través del diseño y elaboración de proyectos que desde la investigación experimental contribuya a mejorar su presentación y cumplan con las especificaciones técnicas de un laboratorio pedagógico: instalaciones eléctricas que cumplan estándares de calidad, ergonomía y seguridad, para el funcionamiento óptimo de los equipos especiales que forman parte del taller, adecuación del piso y cielo falso, así como la colocación de puertas. La propuesta final de la investigación es la adecuación del Laboratorio de Autotrónica del taller de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz de la Universidad Técnica del Norte, cuyo diseño y proceso de implementación es detallado con precisión y detalle para facilitar la comprensión de los lectores. (Silva Ruiz, Hugo Felipe, 2015, pág. 1)

Por tal razón se busca cubrir por parte del ejército la necesidad de implementar planes de mantenimiento para motores de arranque enfocándose en la preservación del sistema de arranque del vehículo. Con la implementación de planes de mantenimiento en los diferentes sistemas del vehículo se optimizará recursos dentro del Comando Logístico (COLOG) “REINA DE QUITO”.

1.3 Planteamiento del problema

A finales del 2008 donde se creó el Comando Logístico (COLOG) “REYNA DE QUITO”, se dedica a las tareas de mantenimiento de alternadores, motores de arranque y baterías, de los vehículos de la Fuerza Terrestre, teniendo en cuenta que los servicios lo están realizando empresas sub contratadas, por la terciarización del trabajo de mantenimiento generando excesivos gastos en el presupuesto asignado por el estado, para el óptimo funcionamiento del transporte.

El problema aparece por la demanda del transporte de personal, armamento, material y medios. Además, en caso de presentarse conflictos armados en las fronteras, el transporte debe encontrarse en óptimas condiciones de funcionamiento para el accionar inmediato del movimiento de tropas, equipo, armamento y medios. Para contribuir con eficacia al cumplimiento de las operaciones de defensa del territorio nacional.

Por consecuencia, la contrariedad ha traído gastos excesivos en el mantenimiento de los vehículos, así pues, la demora en la entrega del automotor por no tener el repuesto necesario para dar el correcto servicio automotriz.

Al no solucionarse se generaría un déficit en el cumplimiento de las operaciones del ejército en contribución al mantenimiento del orden territorial, además de gastar más del monto asignado para el mantenimiento del parque automotor.

Por tal motivo, se ha considerado importante la implementación de un plan de mantenimiento de motores de arranque especializado en la conservación del sistema de arranque del vehículo, que ofrezca el sustento a las distintas marcas de vehículos de las unidades del ejército aportando con un servicio de calidad, con equipos modernos y personal calificado, a un menor costos de los servicios adquiridos hasta el momento fuera de la institución.

1.4 Justificación

Siendo el Comando Logístico "REYNA DE QUITO" (COLOG), la entidad que presta el servicio automotriz a la logística del ejército ecuatoriano, requiere de equipos especializados para contribuir al mantenimiento de los vehículos, de esta manera cubrir la necesidad de técnicos especializados que verifiquen el correcto funcionamiento del sistema de arranque los cuales requieran servicio automotriz preventivo.

Con esto se quiere conseguir ser pioneros en la implementación de un plan de mantenimiento evitando la malversación de fondos, de esta manera colaborar con el cumplimiento de la misión y visión que establece el Centro Especializado de Mantenimiento de Transporte (CEMTRA), el cual es proporcionar el servicio de mantenimiento preventivo, correctivo y restaurativo de las unidades del COLOG 25 y de la fuerza terrestre.

Beneficiando al Ejército ecuatoriano, COLOG 25, personal militar, servidores públicos, y aspirantes a militares, los cuales contarán con estudios y a su vez prácticas para que les permita ampliar sus conocimientos y comprender realmente el funcionamiento del sistema de carga. Además de contribuir al desarrollo de la sociedad, ayudando a preservar el medio ambiente.

La implementación del plan de mantenimiento de motores de arranque contribuirá con la capacitación del personal encargado del mantenimiento de la logística, de esta manera mantener la operabilidad y extender la vida útil de los vehículos a través de un adecuado y oportuno mantenimiento, la cual aportará con beneficios a los fondos designados para el cuidado automotriz.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Implementar un plan de mantenimiento de motores de arranque mediante diferentes comprobaciones y guías de prácticas para el sistema de arranque de los vehículos administrativos y tácticos de la Fuerza Terrestre en el Batallón de mantenimiento “Quisquis”.

1.5.2 Objetivos específicos

- Recopilar información técnica que respalde al tema de investigación planteado.
- Elaborar guías de prácticas que ayuden al buen desempeño en el mantenimiento de los motores de arranque.
- Comprometer al personal de técnicos con el correcto uso del equipo de seguridad que garantice su salud ocupacional al realizar trabajos de mantenimiento.

1.6 Alcance

El presente proyecto tiene como objetivo dar un servicio de mantenimiento de motores de arranque, con el fin de apoyar al aprendizaje teórico-práctico, a su vez generar comprobaciones del sistema de arranque y guías de pruebas para obtener resultados de un correcto desempeño de dichos componentes, optimizando el tiempo de servicio automotriz, con el fin de contribuir al buen funcionamiento de los vehículos pertenecientes al ejército. Resultando ser un plan de mantenimiento completo con herramientas y equipos de óptima calidad para la subsistencia del sistema de arranque.

Capítulo II

2 Marco teórico

2.1 Introducción

En 1885 el ingeniero alemán Benz construyó un motor de combustión interna que cumplía cuatro tiempos de trabajo para su funcionamiento, en el mismo año Nikolaus Otto pulía su motor formando un binomio con Gottlieb Daimler dando como resultado a la Deutz, una industria dedicada a la fabricación de motores para industrias. Por lo tanto, en el año siguiente exactamente el 29 de enero de 1886 Karl Benz da comienzo, en un taller ubicado en su domicilio en la ciudad de Mannheim, con probar el primer automóvil, era un triciclo motorizado con un motor ubicado en la parte posterior.

Por otro lado, Daimler, en colaboración con Wilhelm Maybach, construyen una bicicleta con un motor, en 1895 el triciclo de Benz, acompañada de la primera motocicleta son tomados en cuenta como los primeros automóviles. Pero esto sería el comienzo de una marca muy reconocida en todo el mundo ya que Benz junto a Daimler en el año de 1926 la unión de sus empresas daría al inicio de Mercedes Benz. (Barros & Antonio, 2001)

Historiadores de diferentes países aceptan que el auto se inventó en Alemania y se perfeccionó en Francia; y que los alemanes Karl Benz y Gottlieb Daimler, son los padres del automóvil. (Barros & Antonio, 2001).

El vehículo está constituido por distintos sistemas todos son muy importantes el circuito de arranque comprende todo lo necesario para poder poner en marcha el vehículo con la generación de la electricidad necesaria y el sistema de carga proporciona al circuito dicha generación de electricidad necesaria para el funcionamiento del vehículo. (Molina, 2013).

2.2 Tipos de motor de arranque

Los motores de arranque deben realizar un gran esfuerzo para conseguir un gran par motor que permita poner en funcionamiento al motor térmico, principalmente en el instante del accionamiento del mismo; la potencia del motor de arranque va a depender en gran medida de este esfuerzo que tiene que vencer. (Sánchez Gutiérrez, 2012, pág. 25)

Para aumentar la potencia de los motores de arranque, se aumenta el campo magnético y la fuerza de atracción del mismo; esto se consigue aumentando el número de las masas polares. (Sánchez Gutiérrez, 2012)

Encontramos en el medio algunos tipos de motores de arranque que son:

- Los motores de arranque convencionales.
- Los motores de arranque con reductora.
- Los motores de arranque coaxiales.
- Los motores de arranque con inducido deslizante.

2.2.1 Motores de arranque convencionales

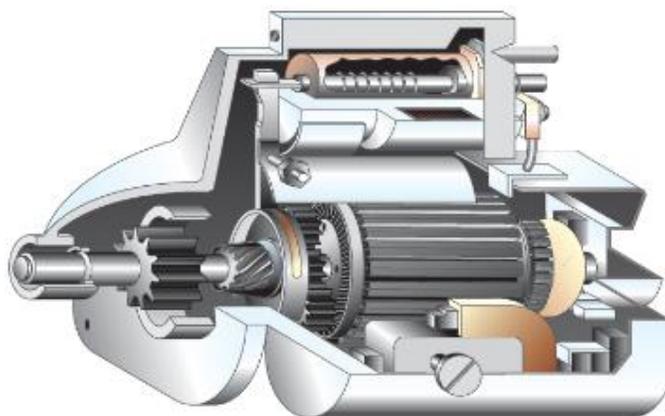
Se emplean en motores térmicos de pequeña cilindrada y potencia, disponen de dos o cuatro polos con sus bobinas en serie o en paralelo y alimentadas por corriente continua mediante dos o cuatro escobillas. El sistema de arrastre va montado sobre el eje del inducido y lleva el relé de mando incorporado. (Sánchez Gutiérrez, 2012, pág. 25).

Figura 1.*Motor de arranque convencional*

Nota: Esta figura muestra en corte el motor de arranque convencional. Tomado Sánchez M. IC Editorial 2012, pág. 26.

2.2.2 Motores de arranque con reductora

Se emplean en motores de mediana cilindrada y potencia, generalmente en los motores de combustión diésel. Disponen de cuatro o seis polos con sus bobinas en serie o también en paralelo alimentadas por corriente continua a través de cuatro o seis escobillas. (Sánchez Gutiérrez, 2012, pág. 26)

Figura 2.*Motor de arranque con reductora*

Nota: En el gráfico se muestra los componentes internos de un motor de arranque con reductora. Tomado de Calsina Fleta, M. Macmillan Iberia, S.A. 2011, pág. 134.

Figura 3.

Conjunto corona



Nota: En el gráfico muestra el conjunto de la corona de motor de arranque. Tomado de Calsina Fleta, M. Macmillan Iberia, S.A. 2011, pág. 134.

Figura 4.

Eje portasatélites y satélites



Nota: En el gráfico muestra el eje portasatélites y satélites del motor de arranque.

Tomado de Calsina Fleta, M. Macmillan Iberia, S.A. 2011, pág. 134.

2.2.3 Motores de arranque coaxiales

Se emplean en motores térmicos de medianas y grandes cilindradas y potencias, disponen de dos o cuatro polos con sus bobinas en serie o en paralelo y alimentadas por corriente continua mediante dos o cuatro escobillas. El sistema de

arrastre va montado sobre el eje del inducido y suele llevar el relé de mando fuera del sistema. (Sánchez Gutiérrez, 2012, pág. 27)

Figura 5.

Motor de arranque coaxial

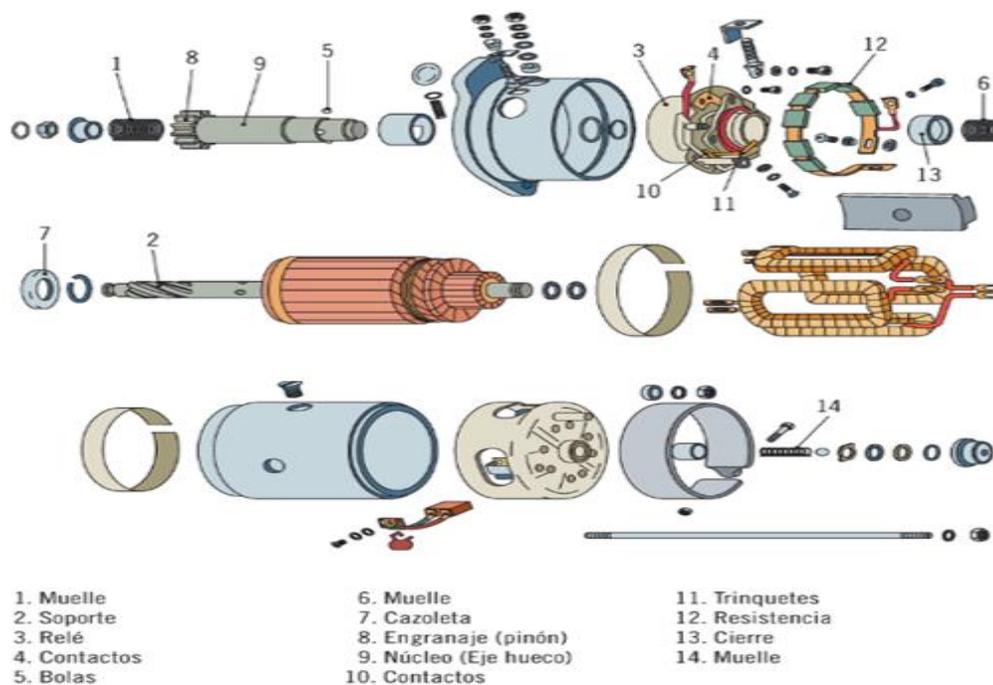


Nota: En el grafico muestra un motor de arranque coaxial desmontado del vehículo.

Tomado Sánchez M. IC Editorial 2012, pág. 28.

Figura 6.

Despiece de un motor de arranque coaxial



Nota: En el grafico muestra el despiece y cada componentes que conforman un motor de arranque coaxial. Tomado Sánchez M. IC Editorial 2012, pág. 29.

2.2.4 Motores de arranque con inducido deslizante

Se emplean en motores térmicos de gran cilindrada y potencia, disponen de dos o cuatro polos con sus bobinas en serie o en paralelo y alimentadas por corriente continua mediante dos o cuatro escobillas. El sistema de arrastre va montado sobre el eje del inducido y suele llevar el relé de mando dentro del sistema. (Sánchez Gutiérrez, 2012, pág. 28)

Figura 7.

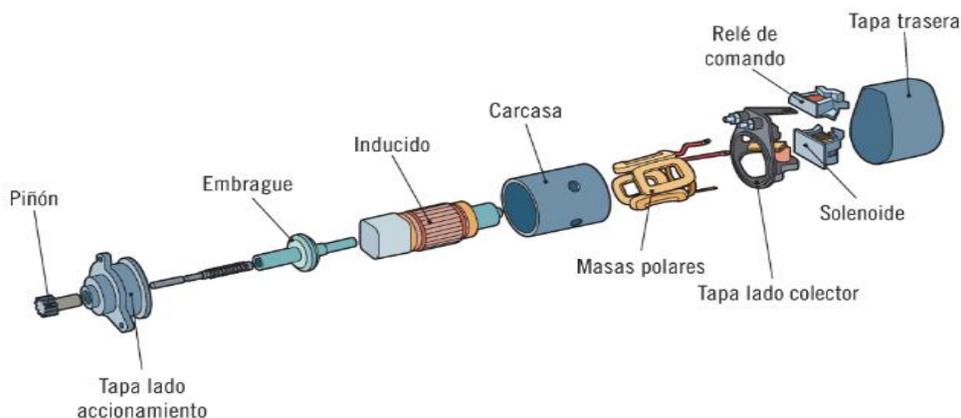
Motor de arranque de inducido deslizante



Nota: En el grafico muestra un motor de arranque de inducido deslizante. Tomado Sánchez M. IC Editorial 2012, pág. 28.

Figura 8.

Despiece de un motor de arranque con inducido deslizante

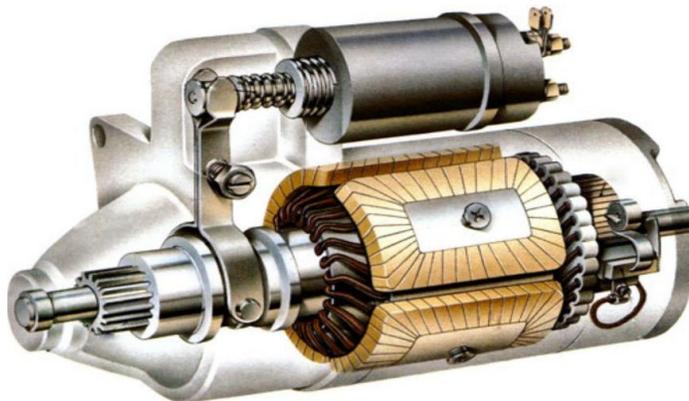


Nota: En el gráfico se muestra el despiece y los diferentes componentes internos de un motor de arranque con inducido deslizante. Tomado Sánchez M., 2012, pág. 32.

2.3 Motor de arranque

Figura 9.

Motor de arranque



Nota: En la imagen se muestra como está constituido internamente el motor de arranque. Tomado de Aranguren, Ángel, 2012.

El motor de arranque radica inicialmente como auxiliar eléctrico que se alimenta de una corriente continua con imanes de tamaño reducido, el cual facilita al motor de combustión interna encenderse, mismo que suministra las explosiones de la cámara de combustión dentro de los cilindros. Es primordial enfatizar que gracias a la batería del auto el motor de arranque se pone en marcha. (Aranguren, 2018)

El motor de arranque, es muy similar al dinamo en su construcción, los elementos móviles del motor como por ejemplo pistones, bielas, cigüeñal, tienen que superar la resistencia que dichos elementos ofrecen, y sobre todo la presión que se crean en el interior de los cilindros en la fase de compresión. (Molina, 2013).

El motor de arranque conecta con el cigüeñal del motor de combustión por un piñón conocido como piñón 'bendix' de pocos dientes con una corona dentada reductora que lleva incorporada el volante de inercia del motor térmico. Cuando el volante gira más rápidamente que el piñón, el bendix se desacopla del motor de arranque mediante

una 'rueda libre' que lo desengrana, evitando daños por exceso de revoluciones. El motor de arranque se desacopla mediante una palanca activada por un solenoide (un electroimán) que está sujeto al cuerpo del motor de arranque. (MOTOR, 2012).

El vehículo está constituido por distintos sistemas todos son muy importantes el circuito de arranque comprende todo lo necesario para poder poner en marcha el vehículo con la generación de la electricidad necesaria y el sistema de carga proporciona al circuito dicha generación de electricidad necesaria para el funcionamiento del vehículo. (Molina, 2013).

2.4 Principio de funcionamiento del motor de arranque

El principio de funcionamiento del motor de arranque de corriente continua se basa en las fuerzas de atracción y repulsión de dos campos magnéticos generados por una corriente eléctrica. Los imanes tienen la propiedad de atraer y ser atraídos al colocarse uno dentro del campo magnético de las dichas fuerzas de atracción y repulsión, de forma que los polos del mismo nombre se repelen y los contrarios se atraen. (Sánchez Gutiérrez, 2012).

2.4.1 Fuerza magnética

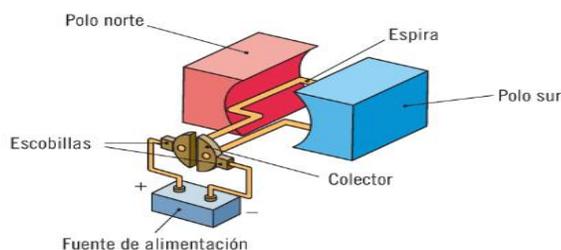
El campo magnético es un tipo de fuerza que hace posible la atracción de algunos metales. Esta fuerza es generada por imanes formados por polo norte como también un polo sur. (Molina, 2013).

Figura 10.*Polos magnéticos*

Nota: En la imagen se muestra los polos magnéticos tanto como el polo sur y norte de un imán. Tomado de Molina Mengíbar, 2015, pág. 151.

2.4.2 Fuerza contraelectromotriz en los motores de arranque

Cuando circula la corriente por las espiras del rotor se produce un campo magnético que tiende a orientarse con el campo estático del estator, pero al girar las espiras dentro de un campo magnético se produce una variación de flujo magnético y por lo tanto se genera en ellas por inducción una fuerza electromotriz inducida y de sentido contrario que se opone a la tensión aplicada en el colector llamada fuerza contraelectromotriz. De acuerdo con la ley de Lenz, la fuerza electromotriz tiende a oponerse a la causa que se genera, es decir, que tenderá a frenar al rotor, el valor de dicha fuerza depende de las revoluciones del inducido o rotor. (Sánchez Gutiérrez, 2012, pág. 10).

Figura 11.*Sistema de fuerzas*

Nota: En la imagen se muestra el sistema de fuerzas de un campo magnético para generar el movimiento giratorio. Tomado de Mariano Sánchez, 2012, pág. 9.

2.5 Componentes de un motor de arranque

Una de las principales limitaciones del motor de arranque es su tamaño, deberá ser lo más pequeño, compacto, robusto y de poco peso. Para cumplir con estas características es apropiado un motor eléctrico de corriente continua, que se acopla en el arranque a la corona del volante de inercia para hacer funcionar el motor térmico. (Sánchez Gutiérrez, 2012, pág. 13).

2.5.1 Estator

El estator está constituido por una carcasa metálica de acero de bajo contenido de carbono a través de la cual se cierra el circuito magnético del campo inductor formado por las expansiones polares y creado por las bobinas inductoras, también llamadas zapatas, dentro del cual se mueve el inducido o rotor.

Figura 12.

Estator



Nota: En la imagen se muestra como está conformado el estátor de un motor de arranque. Tomado Sánchez M. IC Editorial 2012, pág. 15.

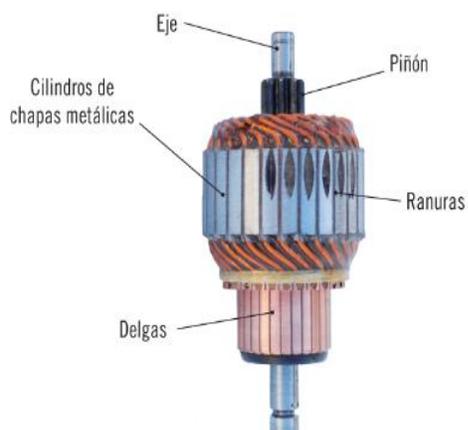
2.5.2 Rotor

El rotor o inducido está formado por un eje de acero sobre el que se monta el tambor, en el que se alojan los arrollamientos inducidos o espiras, y un colector en el cual se conectan los arrollamientos mediante soldaduras blanda a sus respectivas delgas. Las espiras son de gran sección y están formadas de platinas de cobre aisladas entre sí y con respecto al cilindro. El tambor está formado por la unión de chapas

magnéticas ranuradas normalmente en forma de estrella. (Sánchez Gutiérrez, 2012, pág. 16)

Figura 13.

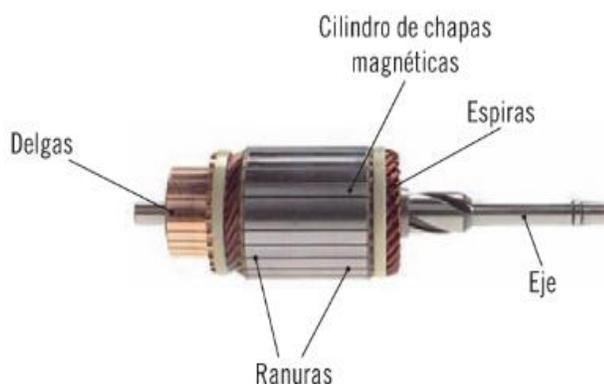
Rotor



Nota: En la imagen se muestra las partes de un rotor para motores de arranque con reductora. Tomado Sánchez M. IC Editorial 2012, pág. 17.

Figura 14.

Inducido



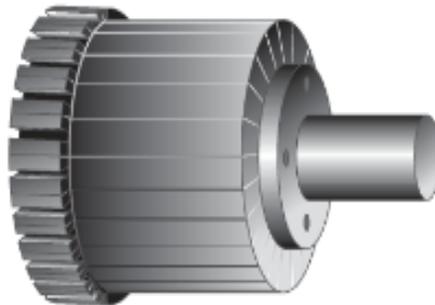
Nota: En la imagen se muestra cada parte que conforma un rotor o inducido para motores de arranque convencionales. Tomado Sánchez, M., 2012, pág. 17.

2.5.3 Colector

El colector, en un lado del eje, está formado por laminillas de cobre aisladas que constituyen las delgas del mismo y sobre las que se rozan las escobillas que alimentan el motor. Al otro lado del eje existen unas estrías sobre las cuales se desliza el mecanismo de arrastre; también puede llevar un piñón en los motores con reductora adecuado al par que se exige para ese motor. (Sánchez Gutiérrez, 2012, pág. 16)

Figura 15.

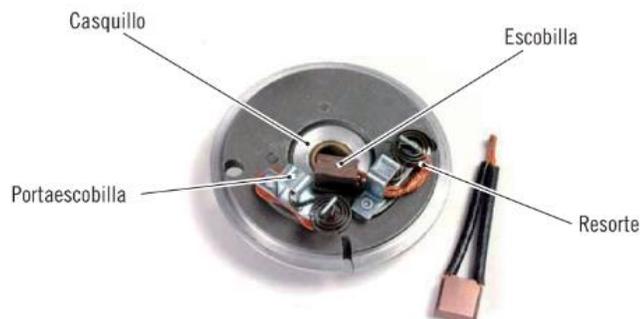
Colector



Nota: En el gráfico se muestra un colector de un motor de arranque eléctrico.
Tomado de Calsina Fleta, M. Macmillan Iberia, S.A. 2011, pág. 132.

2.5.4 Soporte lado colector

Este elemento llamado también tapa o soporte sirve para cerrar al conjunto del motor de arranque por uno de sus extremos, además sirve de soporte al eje del inducido mediante un cojinete de bronce sintetizados.

Figura 16.*Soporte lado colector*

Nota: En el gráfico se muestra las partes que conforman el soporte lado colector de un motor de arranque. Tomado Sánchez, M. IC Editorial 2012, pág. 18.

2.5.5 Piñón de engrane

El piñón está situado en el eje del motor eléctrico. Tiene unos nueve dientes, achaflanados por su extremo exterior para facilitar su engranaje con el volante de inercia. El volante de inercia, con el que tiene que engranar el piñón, presenta ciento diecinueve dientes. Como se puede apreciar en la figura el conjunto piñón está constituido por las siguientes que son: 1 mecanismo de rueda libre, 2 muelle coaxial y 3 acoplamiento para la horquilla. (Calsina Fleta, 2011, pág. 125).

Figura 17.*Conjunto piñón*

Nota: En el gráfico se muestra las partes que conforman el conjunto piñón. Tomado Sánchez, M. IC Editorial 2012, pág. 125.

2.5.6 Escobillas

Las escobillas hechas de un material de carbón grafitado, las cuales pueden desplazarse longitudinalmente a medida que se van desgastando gracias al empujé de sus respectivos resortes, que ejercerán la presión necesaria para obtener un buen contacto entre las escobillas con el colector del inducido. (Sánchez Gutiérrez, 2012, pág. 19)

Figura 18.

Escobillas



Nota: En la imagen se muestra las escobillas positivas se la reconoce por que el alambre se encuentra aislado y la escobilla negativa esta sin aislante. Tomado de Calsina Fleta, M. Macmillan Iberia, S.A. 2011, pág. 147.

2.5.7 Tapa porta escobillas

La tapa porta escobillas se fabrica en fundición de aluminio y se encuentra en el lado del colector del motor eléctrico.

Figura 19.

Tapa portaescobillas



Nota: En la imagen se muestra la tapa portaescobillas con las escobillas positivas y negativa. Tomado de Calsina Fleta, M. Macmillan Iberia, S.A. 2011, pág. 147.

2.5.8 El automático de arranque

El automático de arranque, también conocido como interruptor, está incorporado al circuito eléctrico del motor de arranque, va intercalado entre la batería y el motor de arranque. Su misión es la permitir cerra el circuito del motor para su funcionamiento. (Sánchez Gutiérrez, 2012, pág. 24).

Figura 20.

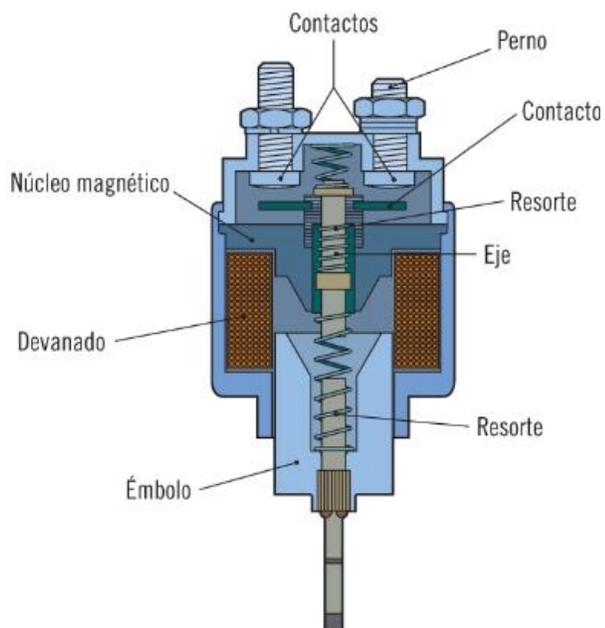
Automático



Nota: En la imagen se muestra el automático del motor de arranque Tomado Sánchez, M. IC Editorial 2012, pág. 24.

Figura 21.

Sección del relé de arranque



Nota: En la imagen se muestra las partes que disponen el automático del motor de arranque. Tomado Sánchez, M. IC Editorial 2012, pág. 24.

Capítulo III

3 Desarrollo del tema

3.1 Desmontaje y despiece del motor de arranque de Jeep táctico

3.1.1 Desarrollo

Tenemos un el vehículo táctico HMMWV M-1152 el cual realizaremos el desmontaje del motor de arranque para poder identificar sus partes y componentes internos.

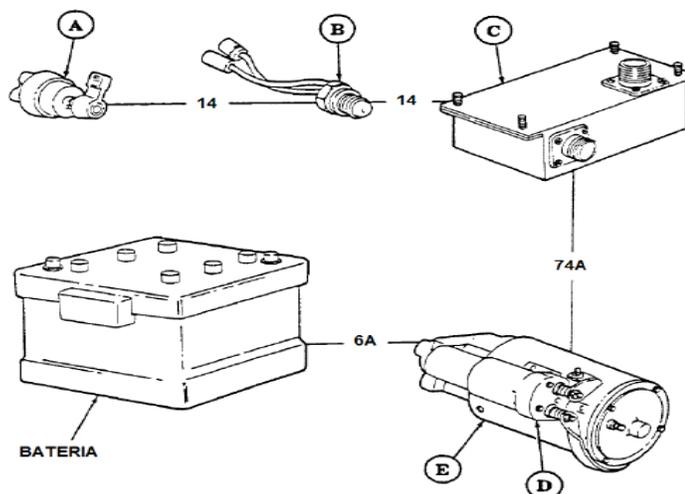
Figura 22.

Jeep táctico HMMWV M-1152



Nota: En la imagen se muestra el Jeep táctico en servicio de mantenimiento.

El sistema de arranque está compuesto por los siguientes componentes están denominados por las letras mayúsculas A) Interruptor rotatorio, B) Interruptor de arranque neutral, C) Caja de control de protección, D) Solenoide de motor de arranque y E) Motor de arranque.

Figura 23.*Sistema de arranque*

Nota: En la imagen se muestra los componentes del sistema de arranque del Jeep táctico. (Everly, 2004, pág. 74).

En estos vehículos el voltaje de las baterías es de 24 voltios conectados en serie, con una llave número 13mm, aflojamos las tuercas para desconectar las baterías para poder realizar el desmontaje esto ayudara a que no se produzca algún corto circuito o avería en el sistema de arranque o eléctrico.

Figura 24.*Baterías 24V*

Nota: En la imagen se muestra las baterías del Jeep táctico conectadas en serie para obtener 24 voltios.

Una vez desmontadas las baterías debemos colocar las mismas sobre una madera o una mesa para evitar que se descargue, la mejor manera seria colocar las baterías a la unidad de mantenimiento de baterías para que le mantenga cargada y reciba un voltaje de conservación de carga.

Figura 25.

Cableado del Jeep táctico



Nota: En la imagen se muestra el cable positivo, negativo de las baterías y los cables del TCM del Jeep táctico.

Una vez desmontado el motor de arranque del vehículo podremos observar visualmente su estado o condiciones en las que se encuentra.

Figura 26.

Motor de arranque



Nota: En la imagen se muestra el motor de arranque desmontado del Jeep táctico.

Tabla 1.*Especificaciones del motor de arranque*

MOTOR DE ARRANQUE	
Fabricante	Prestolite
Modelo	MFY
Capacidad	9.5 hp
Voltaje	24V.
Baterías	12V.

Nota: La tabla indica la especificación del motor de arranque del Jeep táctico.

Para poder sacar las abrazaderas de los terminales utilizamos una llave número 15mm, observar los terminales del solenoide el de la izquierda el terminal conectado a tierra del chasis y el terminal derecho conectados a las baterías y la caja de control protectora.

Figura 27.*Terminales del automático*

Nota: En la imagen se muestra los terminales de conexión del automático y el borne 50 del motor de arranque del Jeep táctico.

Ya desmontado podemos identificar la rueda y su dentado para observar que este sistema no dispone de rueda reductora, los dientes se encuentran en perfectas condiciones y procedemos a limpiar y engrasar.

Figura 28.

Conjunto piñón



Nota: En la imagen se muestra conjunto piñón el mismo que se acopla al volante de inercia para poner en funcionamiento el motor del Jeep táctico.

Siguiendo con el desmontaje procedemos a desmontar el solenoide con la ayuda de una entenalla, una racha y un dado de 10mm, sacamos 4 tornillos para poder separar el automático del motor de arranque.

Figura 29.

Automático o solenoide de arranque



Nota: En la imagen se muestra el desmontaje del automático del motor de arranque del Jeep táctico.

Realizamos una prueba del solenoide para ver su correcto funcionamiento con la ayuda de la máquina para realizar pruebas de motores de arranque y alternadores, conectamos en los terminales derecho y 50 con positivo desde la maquina y tierra en el terminal de la derecha en ese momento el solenoide acciona sin ningún desperfecto.

Figura 30.

Tester del motor de arranque



Nota: En la imagen se muestra la comprobación del solenoide de arranque para verificar su correcto funcionamiento.

Continuando con el despiece con la ayuda de una llaves de 10mm, procedemos a reticar los tornillos que sietan la tapa porta escobillas tanto negativas como positivas.

Figura 31.

Tapa porta escobillas



Nota: En la imagen se muestra el desmontaje de la tapa de porta escobillas del motor de arranque.

Separamos del colector la porta escobillas donde observamos que existes un desgaste excesivo, la recomendación es la sustitución de todo el componente.

Figura 32.

Parta escobillas



Nota: En la imagen se muestra la porta escobillas donde están montadas las escobillas tanto negativas como positivas del motor de arranque.

A continuación, retiramos el estator donde observamos su estado visualmente se encuentra en buen estado le damos una limpieza, y realizamos las comprobaciones de sus bobinados para asegurarnos que no exista ningún corto circuito.

Figura 33.

Estator



Nota: En la imagen se muestra el estator con sus componentes internos.

Al final podemos observar el conjunto del inducido, donde observamos el colector las delgas y realizamos un mantenimiento preventivo de limpieza, comprobación de aislamiento de bobinados para verificar su correcto funcionamiento.

Figura 34.

Inducido



Nota: En la imagen se muestra el colector, bobinados y delgas que componen el conjunto del inducido del motor de arranque.

3.2 Mantenimiento preventivo y correctivo

Para la verificación de posibles causas de averías y fallas en cualquier componente del motor de arranque debemos realizar un diagnóstico minucioso procediendo de una forma lógica.

De esta manera cuando se identifique la posible causa de falla será más eficiente dar la solución o el mantenimiento a cualquier elemento que compone el motor de arranque.

3.2.1 Diagnóstico del motor de arranque antes de desmontarlo.

Si el vehículo presenta alguna molestia al momento de ponerlo en marcha se deberá realizar primeramente un diagnóstico sin desmontar el motor de arranque del coche podremos obtener diferentes escenarios que este puede presentar al momento

de su funcionamiento, que fallas puede proporcionar sí colocamos la llave en el switch de encendido ubicando en la posición de start o arranque.

En la siguiente tabla daremos a conocer las causas y comprobaciones reales prácticas que se deberán realizar de la misma manera que detallaremos a continuación con la ayuda de un multímetro automotriz para obtener los parámetros de funcionamiento del motor de arranque.

Tabla 2.

Diagnóstico del motor de arranque

Condición	Sonido que emite al dar arranque	Posibles Causas	Pruebas o correcciones
No se escucha nada al momento de dar arranque	No se escucha ninguna clase de sonido o ruido.	a) Batería descargada o en mal estado. b) Problema en el circuito de arranque.	1. Medir el voltaje de la batería en un rango no menor a 12V sin dar arranque, ni tampoco menor de 9V en el momento de dar arranque. 1. En el terminal positivo del automático del motor de arranque don llega un cable grueso de color rojo desde la batería colocamos la punta del multímetro de color rojo y en el borne negativo de la batería la punta de color negro debemos obtener la lectura del mismo voltaje de batería o como máximo medio voltio menos por la caída de voltaje. Si no existe ninguna lectura de voltaje significa que en alguna parte del cable rojo de la batería se encuentra roto o suelto.

Condición	Sonido que emite al dar arranque	Posibles Causas	Pruebas o correcciones
<p>No se escucha nada al momento de dar arranque</p>		<p>b) Problema en el circuito de arranque.</p>	<p>2.Si encontramos un voltaje inferior al de batería en más de medio voltio quiere decir que el cable presenta demasiada resistencia puede deberse a que existe presencia de corrosión en los contactos.</p> <p>3.Si el voltaje de batería es correcto continuaremos verificando la llegada de masa o tierra al motor de arranque con la punta de color rojo del multímetro en el borne positivo de la batería y la punta de color negra en la carcasa del motor de arranque debemos obtener el mismo voltaje de la batería o máximo medio voltio menos por la caída de voltaje, si fuera el caso que no tengamos ningún valor es posible que el cable de masa que va desde la batería al motor de combustión interna se encuentre roto o suelto, de la misma forma si el voltaje de batería es menor a medio voltio es decir que el cable presenta demasiada resistencia por lo tanto no puede estar haciendo un buen contacto.</p>

Condición	Sonido que emite al dar arranque	Posibles Causas	Pruebas o correcciones
No se escucha nada al momento de dar arranque		b) Problema en el circuito de arranque.	4. Debemos comprobar la llegada de voltaje al borne 50 del motor de arranque procedemos colocando la punta de color rojo del multímetro en el borne ya mencionado y la punta de color negro la colocamos en el borne negativo de la batería o tierra, luego giramos las llaves de encendido a la posición de arranque como resultado obtendremos un voltaje de 12V si no fuera este valor nos quiere decir que existe una falla en este circuito por lo tanto pasamos a revisar el diagrama del circuito del motor de arranque.
		c) Motor de arranque defectuoso.	1. Si los valores anteriores son correctos se debe a que el motor de arranque presenta algún defecto, a continuación, lo desmontamos y se proporciona el servicio de reparación o sustitución.

Condición	Sonido que emite al dar arranque	Posibles Causas	Pruebas o correcciones
Se escucha solo la activación de solenoide del motor de arranque	Se escucha un sonido pausado como el enclavamiento de un elemento. Se escucha un sonido continuo de enclavamiento de un elemento.	Las causas son los ítems a, b y c. d) Motor de combustión interna trabado	1. Para este tipo de sonido del motor de arranque se realizan las comprobaciones del primer caso ya mencionado anteriormente, pero se adiciona una prueba para poder verificar el correcto funcionamiento. 1. Se procede retirando las llaves del switch de encendido apagando por completo el vehículo, si fuera el caso de transmisión automática o manual se debe colocar la palanca selectora de cambios en la posición de neutro, en ese momento ya podemos ayudarnos con una palanca de fuerza y una copa girar desde el cigüeñal el motor de combustión interna se recomienda girar en el mismo sentido que lo realiza al momento de su funcionamiento.

Condición	Sonido que emite al dar arranque	Posibles Causas	Pruebas o correcciones
El motor de combustión interna gira lentamente o fuera de lo habitual al momento de dar arranque.	Se puede escuchar el sonido solo del motor de combustión interna pero no arranca.	Las causas son los ítems a, b, c y d.	1.En este caso se deberá cumplir con las comprobaciones anteriores de los dos casos ya mencionados.
El motor de arranque gira solo al momento de dar arranque.	Se puede escuchar el sonido solo del giro de motor de arranque como el de una licuadora industrial.	Problemas en el mecanismo de acoplamiento tales como: -Horquilla rota. -Rueda libre en mal estado. -Piñón de ataque con sus dientes rotos o desgastados en exceso. -Dientes del volante de inercia rotos o degaste excesivo.	1.En este caso no se debe realizar pruebas es necesario desmontar el motor de arranque para inspeccionarlo desarmado completamente.

Nota: La tabla muestra el diagnóstico real del motor de arranque antes de desmontarlo fuera del vehículo.

3.3 Comprobaciones del motor de arranque desmontado y desarmado

Al momento de desmontar el motor de arranque del vehículo se debe realizar diferentes comprobaciones de cada componente para poder verificar el buen estado de funcionamiento.

Antes de realizar las pruebas en los componentes del motor de arranque debemos realizar una limpieza con gasolina ya que generalmente se encuentra con suciedad, una ventaja que tienen estos bobinados es un recubrimiento de esmalte muy resistente el mismo que no permite que sufran ningún daño al tomar contacto con este combustible.

Antes de ir realizando las comprobaciones individuales de cada componente primeramente se debe considerar ejecutar una inspección visual para poder identificar si no existen piezas rotas, desgastes excesivos o anormales.

3.3.1 Comprobación del inducido del motor de arranque

Para la comprobación de esta parte que conforma el inducido necesitamos una herramienta casera que consta de un enchufe, 2 metros de cable gemelo, una boquilla y un foco como lo puede observar en la imagen.

Figura 35.

Herramienta para comprobación de continuidad



Nota: En la imagen se muestra el comprobador de continuidad utilizado para las comprobaciones de los componentes del motor de arranque.

Esta herramienta casera está conectada al tomacorriente residencial con un voltaje de 110V, en una parte de la conexión se encuentra dividida en dos puntas para poder medir continuidad.

Figura 36.

Comprobación de funcionamiento de la herramienta



Nota: En la imagen se muestra probando la herramienta casera para medir continuidad.

Realizamos la prueba colocando uno de las puntas en alguna parte metálica del inducido y la otra punta la llevamos hasta el colector, si realizando esta comprobación llegara a prender el foco nos indicaría que en alguna parte del bobinado se encuentra quemado y unido a masa o tierra, por lo tanto, debería ser reemplazado o sustituido por uno nuevo el inducido.

Figura 37.

Comprobación de continuidad del inducido



Nota: En la imagen se muestra la comprobación de continuidad en el inducido para verificar su correcto estado.

Para poder realizar la comprobación de los aislamientos de los bobinados entre si necesitamos una herramienta especial llamada probador de inducidos se coloca el inducido sobre esta máquina, con la ayuda de una hoja de sierra situada encima del inducido encendemos, girando el inducido comprobamos que la hoja de sierra no vibre si fuera el caso de la vibración en algún punto, el resultado sería que los embobinados internos en ese sitio se encuentra unidos y tendríamos que sustituir por uno nuevo.

Si fuera el caso de no realizar esta prueba o se nos pasa por alto y armamos el motor de arranque con este inducido, funcionaria de igual manera, pero su torque sería inferior ya que no estaría trabajando con las bobinas completas.

Figura 38.

Probador de inducidos



Nota: En la imagen se muestra la colocación del inducido en la máquina para probar si los bobinados del inducido no están en corto circuito.

3.3.2 Comprobación del estator de motor de arranque

Para esta prueba comenzamos comprobando los bobinados de campo del estator, estos no deben estar unidos a tierra, vamos a utilizar la herramienta casera anteriormente mencionada, llevamos una de las puntas hasta la bobina y la otra punta la colocamos en la carcasa generalmente no debería prenderse el foco, pero si fuera el

caso de prenderse como resultado tenemos que en algún lugar de los bobinados se encuentra quemado o está unido a tierra, por lo tanto procedemos a reemplazarla los bobinados.

Existen casos donde el bobinado de campo, para cerrar su circuito cuenta con un terminal conectado directamente a la carcasa del motor de arranque en ese caso debemos desconectar ese terminal para realizar esta comprobación.

Figura 39.

Comprobación del estator



Nota: En la imagen se muestra la comprobación de los bobinados de campo del estator que no estén quemados o unidos a tierra o masa.

3.3.3 Comprobación de la porta carbones del motor de arranque

Para realizar esta prueba nos ayudamos de la misma herramienta casera ya mencionada en las comprobaciones anteriores, debemos identificar que no exista continuidad entre los carbones positivos y la masa o tierra, pero si fuera el caso de encenderse la lampara, existe continuidad y debemos reemplazar la porta carbones.

Figura 40.

Comprobación de la porta carbones



Nota: En la imagen se muestra la comprobación de continuidad de los carbones positivos.

Por otra parte, los carbones o escobillas negativas están correctamente conectadas a nada o tierra, también debemos observar que la longitud de los carbones sean la correcta para que tengan un buen contacto con el inducido.

3.3.4 Comprobación del automático del motor de arranque

Para la realización de esta comprobación nos ayudamos con un multímetro donde mediremos resistencia o continuidad en los bornes del automático de motor de arranque, debemos colocar las dos puntas en los bornes y activar manualmente el solenoide, retrocederlo desde el embolo en instante debemos obtener una medida de no más de 0,5 ohmios de resistencia si la resistencia es mayor debemos reemplazar el solenoide.

Pero primeramente antes de realizar esta comprobación con el multímetro, debemos asegurarnos que al momento de unir las puntas nos esté marcando menos de 0.5 ohmios.

Figura 41.*Comprobación del automático*

Nota: En la imagen se muestra la comprobación del automático de medición de continuidad.

Por otra parte para no realizar una comprobación de resistencia en los bobinados del automático también podemos realizar unas conexiones y probar su correcto funcionamiento, para el bobinado de empuje cierra su circuito en el borne roscado como se observa en la imagen, se conecta un cable grueso de color negro el cual viene desde el motor siendo este masa o tierra, mientras el bobinado de retención cierra su circuito en la carcasa del motor de arranque, por tal razón también debemos dar masa o tierra a la carcasa y por ultimo debemos suministrar corriente positiva al borne 50 el solenoide debe activarse de esta manera comprobamos el buen estado de los bobinados.

Figura 42.

Conexión de comprobación del bobinado del automático



Nota: en la imagen se muestra cómo se realiza la conexión de automático para poder comprobar si no está quemado o en corto circuito los bobinados.

3.3.5 Revisión y verificación de la rueda libre

Para la inspección de la rueda libre o conjunto piñón debemos realizar un chequeo visual con cada uno de los dientes verificando que no exista una rotura que no pueda acoplarse al volante de inercia, ya que estos dientes cuentan con un tipo de chaflan para poder engranar con el volante de inercia, aunque este se encuentre en distinta alineación.

Figura 43.

Chequeo visual del piñón de ataque



Nota: En la imagen se muestra el chequeo visual del estado del piñón de ataque antes de comenzar al despiece.

También cuenta con un sistema de resortes y bolas de rulemanes que permite que en un sentido se trabe el piñón de ataque y en el otro sentido gire libremente el piñón.

Figura 44.

Sistema de resortes de traba del piñón de ataque



Nota: en la imagen se muestra como está conformado el sistema de resortes de traba del piñón de ataque internamente.

. Para la comprobación de este conjunto se lo realiza colocando en una prensa de banco, y con la ayuda de un plato de presión giramos en un sentido debe girar libremente, pero al momento de girar en el otro sentido este debe proceder a trabarse por el sistema de resortes y bolas que impiden que giren, sí gira en los dos sentidos libremente es posible que el sistema de resortes se encuentre roto.

Figura 45.

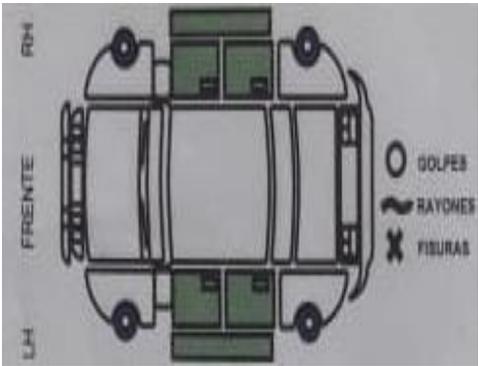
Comprobación de giro de la rueda libre



Nota: En la imagen se muestra cómo se realiza el giro del piñón de ataque para comprobar que se encuentre en buenas condiciones.

3.4 Guías de práctica para motores de arranque

3.4.1 Guía de práctica N°1

		GUIA DE MANTENIMIENTO		FECHA REVISIÓN: 16-04-2018 NOMBRE: Almeida Sebastián																													
UNIDAD:		HORA DE INGRESO:																															
CONDUCTOR:		FECHA:		PLACA:																													
TELF:		AÑO:		CILINDRAJE:																													
TIPO DE VEHÍCULO:																																	
TEMA DE LA PRÁCTICA:	PRUEBA DE CARGA DE LA BATERÍA																																
RECEPCION Y ENTREGA:																																	
		<table border="1"> <tr> <td>Libro de vida</td> <td></td> <td>Extintor</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Llaves</td> <td></td> <td>Plumas</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Encendedor</td> <td></td> <td>Antena</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Radio</td> <td></td> <td>Neblineros</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Gata</td> <td></td> <td>Retrovisores internos</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Llave de ruedas</td> <td></td> <td>Retrovisores externos</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Herramientas</td> <td></td> <td>Llanta de emergencia</td> <td></td> </tr> </table>				Libro de vida		Extintor		Llaves		Plumas		Encendedor		Antena		Radio		Neblineros		Gata		Retrovisores internos		Llave de ruedas		Retrovisores externos		Herramientas		Llanta de emergencia	
Libro de vida		Extintor																															
Llaves		Plumas																															
Encendedor		Antena																															
Radio		Neblineros																															
Gata		Retrovisores internos																															
Llave de ruedas		Retrovisores externos																															
Herramientas		Llanta de emergencia																															
OBJETIVOS:																																	
<ul style="list-style-type: none"> Determinar el estado de la batería y el tiempo que dispone de vida útil. 																																	

MATERIALES:					
REACTIVOS:	INSUMOS: <ul style="list-style-type: none"> • Mandil • Botas • Casco • Gafas • Guantes • Mascarilla 				
EQUIPOS:					
<ul style="list-style-type: none"> • Multímetro digital. • Batería 12V. • Vehículo. 					
MUESTRA:					
1.- Medición del voltaje entre los bornes de la batería					
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">Voltaje de batería sin dar arranque</td> <td style="width: 50%;">Voltaje de batería al dar arranque</td> </tr> <tr> <td style="height: 40px; vertical-align: bottom;">.....Voltios</td> <td style="height: 40px; vertical-align: bottom;">.....Voltios</td> </tr> </table>	Voltaje de batería sin dar arranque	Voltaje de batería al dar arranqueVoltiosVoltios	
Voltaje de batería sin dar arranque	Voltaje de batería al dar arranque				
.....VoltiosVoltios				
2.- Determinar las especificaciones de la batería					
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">Corriente de arranque en frio</td> <td style="width: 50%;">Amperios hora</td> </tr> <tr> <td style="height: 40px;"></td> <td style="height: 40px;"></td> </tr> </table>	Corriente de arranque en frio	Amperios hora			
Corriente de arranque en frio	Amperios hora				
3.- Medición de voltaje al dar carga					
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">Voltaje al dar arranque</td> <td style="width: 50%;">Voltaje con carga durante el tiempo de 15s.</td> </tr> <tr> <td style="height: 40px;"></td> <td style="height: 40px;"></td> </tr> </table>	Voltaje al dar arranque	Voltaje con carga durante el tiempo de 15s.			
Voltaje al dar arranque	Voltaje con carga durante el tiempo de 15s.				
4.- Medición de la densidad del electrolito con la batería completamente cargada					
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">Densidad del electrolito</td> <td style="width: 50%;">Densidad de agua destilada</td> </tr> <tr> <td style="height: 40px; vertical-align: bottom;">.....g/cm³</td> <td style="height: 40px; vertical-align: bottom;">.....g/cm³</td> </tr> </table>	Densidad del electrolito	Densidad de agua destiladag/cm ³g/cm ³	
Densidad del electrolito	Densidad de agua destilada				
.....g/cm ³g/cm ³				

INSTRUCCIONES:

- Prepara el vehículo para realizar la inspección y práctica.
- Verificar que el vehículo se encuentre en el lugar correcto para realizar el mantenimiento.
- Verificar que el vehículo este asegurado con el freno de mano.
- Verificar que la llave o el switch se encuentre desconectado.
- Verificar el manual o diagrama eléctrico del vehículo a trabajar.
- Tener su respectivo equipo de protección personal.
- Tener las herramientas apropiadas para realizar esta práctica.
- Mantener limpio y en orden el lugar donde se va a trabajar.

ACTIVIDADES POR DESARROLLAR:

- La lectura del multímetro debe darnos 12.8V o más, esto nos indica que el acumulador óseo la batería se encuentra cargada y en estado normal.
- La lectura en el multímetro nos indica 12.8V o 9V, esto nos indica que la batería esta descargada.
- Si la lectura en el multímetro nos indica el voltaje menor a 9V debemos a proceder a cargarla, pero esto no nos garantiza el buen funcionamiento posiblemente ya necesité ser sustituida.
- La lectura con el densímetro para la verificación de la densidad del electrolito cuando una batería está completamente cargada es de 1.286 g/cm³.

CONCLUSIONES:

- Se concluye que el mantenimiento preventivo ayudara a mejorar y extender la vida útil de vehículo.

- Se concluye que la práctica nos ayudara a tener un control exacto del funcionamiento de la batería.
- Se concluye que al realizar estas comprobaciones en la batería ayudara a reducir los gastos innecesarios al momento de sufrir daños prematuros en el acumulador de energía.

RECOMENDACIONES:

- Se recomienda verificar siempre el diagrama eléctrico del vehículo antes de realizar cualquier comprobación.
- Se recomienda verificar el correcto funcionamiento del multímetro para obtener medidas eficientes y exactas.
- Se recomienda usar el equipo de protección personal para realizar el trabajo de mantenimiento y evitar accidentes innecesarios.

BIBLIOGRAFÍA

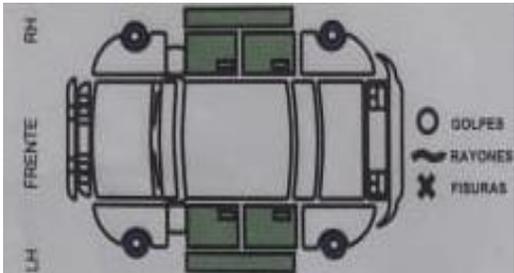
Calsina Fleta, M. (2011). *Sistemas de carga y arranque*. Madrid: Macmillan Iberia, S.A.

FIRMAS

Responsable del mantenimiento

Jefe del centro de mantenimiento

3.4.2 Guía de práctica N°2

		GUIA DE MANTENIMIENTO		FECHA REVISIÓN: 14-08-2020 NOMBRE: Almeida Cristian	
				UNIDAD:	
CONDUCTOR:		FECHA:		PLACA:	
TELF:		AÑO:		CILINDRAJE:	
TIPO DE VEHÍCULO:					
TEMA DE LA PRÁCTICA:		PRUEBA DEL CIRCUITO DE ARRANQUE DEL MOTOR			
RECEPCION Y ENTREGA:					
		Libro de vida		Extintor	
		Llaves		Plumas	
		Encendedor		Antena	
		Radio		Neblineros	
		Gata		Retrovisores internos	
		Llave de ruedas		Retrovisores externos	
		Herramientas		Llanta de emergencia	
		OBJETIVOS:			
<ul style="list-style-type: none"> • Verificar el estado de funcionamiento del circuito de arranque del motor 					
MATERIALES:					
REACTIVOS:			INSUMOS:		
			Overol • Botas • Casco • Guantes		
EQUIPOS:					

- Multímetro digital.
- Vehículo.

MUESTRA:

1.- Medición del voltaje de arranque del motor

Voltaje de arranque del motor
.....Voltios

2.- Medición de voltaje de batería

Volteje de batería	Amperios hora
.....Voltios	

3.-Medicion de masa o tierra en el motor de arranque y la batería

Continuidad del motor de arranque	Continuidad de la batería

4.- Medición de voltaje en el circuito de arranque

Voltaje de llegada al borne 50 de automático	Voltaje de llegada al borne 30 del automático
.....VoltiosVoltios

5.- Medicon de caída de tencion en el switch de necendido

Voltaje del borne 50	Voltaje del borne 30
.....VoltiosVoltios

INSTRUCCIONES:

- Preparar el vehículo antes de la inspección y práctica.
- Al recibir el automóvil en el taller realizar primeramente las comprobaciones montado el motor de arranque.
- Verificar que el vehículo este asegurado con el freno de mano.
- Verificar que la llave o el switch se encuentre desconectado.
- Verificar el manual o diagrama eléctrico del vehículo a trabajar.
- Tener su respectivo equipo de protección personal.
- Tener las herramientas apropiadas para realizar esta práctica.
- Mantener limpio y en orden el lugar donde se va a trabajar.

ACTIVIDADES POR DESARROLLAR:

- Comprobación de la carga de la batería nos debe dar un rango de 12.7V.
- Verificación de la masa del motor de arranque y la batería, colocamos el multímetro en la posición de continuidad en este momento nos debe sonar o pitar para comprobar que este correcto.
- Comprobación del voltaje de llegada al borne 50 y 30 del automático del motor de arranque



- Comprobación de caída de tensión en los terminales del switch de encendido



CONCLUSIONES:

- Se concluye que el mantenimiento preventivo ayudara a extender la vida útil del motor de arranque del vehículo.
- Se concluye que realizando las comprobaciones ayuda a técnico a llevar un control, más minucioso en el mantenimiento del motor de arranque.
- Se concluye que al realizar esta práctica disminuye en la gran mayoría el gasto innecesario del mantenimiento realizado por terceras personas.

RECOMENDACIONES:

- Se recomienda verificar siempre el diagrama eléctrico del vehículo antes de realizar cualquier comprobación.
- Se recomienda verificar el correcto funcionamiento del multímetro para obtener medidas eficientes y exactas.
- Se recomienda usar el equipo de protección personal para realizar el trabajo de mantenimiento y evitar accidentes innecesarios.

BIBLIOGRAFÍA

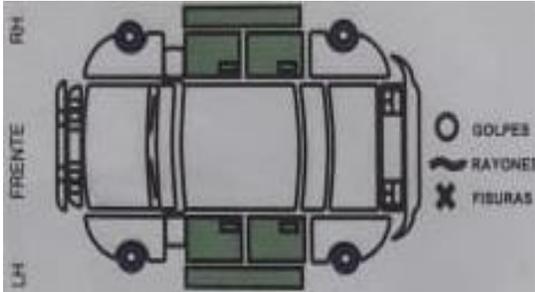
Calsina Fleta, M. (2011). *Sistemas de carga y arranque*. Madrid: Macmillan Iberia, S.A.

FIRMAS

Responsable del mantenimiento

Jefe del centro de mantenimiento

3.4.3 Guía de práctica N°3

		GUIA DE MANTENIMIENTO		FECHA REVISIÓN: 14-08-2020 NOMBRE: Almeida Cristian	
UNIDAD:		HORA DE INGRESO:			
CONDUCTOR:		FECHA:		PLACA:	
TELF:		AÑO:		CILINDRAJE:	
TIPO DE VEHICULO:					
TEMA DE LA PRÁCTICA:		COMPROBACIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL MOTOR DE ARRANQUE			
RECEPCION Y ENTREGA:					
		Libro de vida		Extintor	
		Llaves		Plumas	
		Encendedor		Antena	
		Radio		Neblineros	
		Gata		Retrovisores internos	
		Llave de ruedas		Retrovisores externos	
		Herramientas		Llanta de emergencia	
		OBJETIVOS:			
<ul style="list-style-type: none"> • Verificar el correcto funcionamiento de cada componente del motor de arranque 					
MATERIALES:					
REACTIVOS:		INSUMOS:			
		<ul style="list-style-type: none"> • Mandil • Botas • Casco • Guantes 			

EQUIPOS:

- Multímetro digital.
- Vehículo.

MUESTRA:

1.- Tapa de porta escobillas.

Si	No

2.- Escobilla positiva y negativa.

Escobilla positiva medición continuidad	Escobilla negativa continuidad a masa o tierra

3.-Comprobación de bobinas inductoras.

Bobinas inductoras aisladas a masa o tierra	Medida de continuidad en los extremos de las bobinas

4.- Comprobación del Conjunto inducido y rueda libre.

Si	No

5.- Comprobación del colector y bobinas.

Colector	Bobinas inducidas continuidad

6.- comprobacion de no existir un cortocircuito en el inducido.

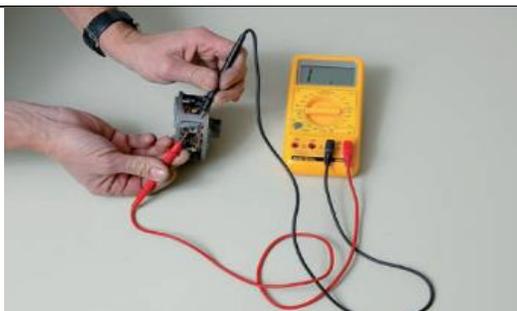
Si	No

INSTRUCCIONES:

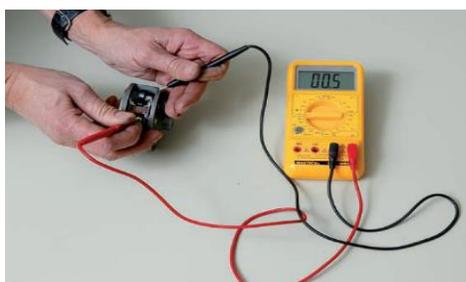
- Preparar el vehículo antes de la inspección y práctica.
- Al recibir el automóvil en el taller realizar primeramente las comprobaciones montado el motor de arranque.
- Cuando se ha determinado el componente que esta defectuoso procedemos a separarlo del vehículo.
- Verificar que el vehículo se encuentre en el lugar correcto para realizar el mantenimiento.
- Verificar que el vehículo este asegurado con el freno de mano.
- Verificar que la llave o el switch se encuentre desconectado.
- Verificar el manual o diagrama eléctrico del vehículo a trabajar.
- Tener su respectivo equipo de protección personal.
- Tener las herramientas apropiadas para realizar esta práctica.
- Mantener limpio y en orden el lugar donde se va a trabajar.

ACTIVIDADES POR DESARROLLAR:

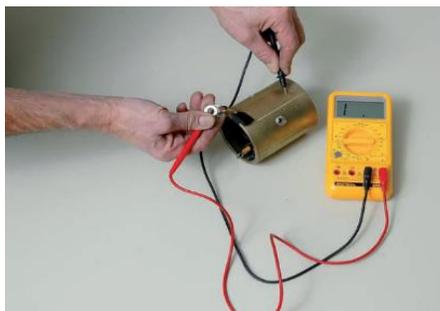
- a) Observación y comprobación de la tapa de porta escobillas
- b) Comprobación y verificación de las escobillas tanto positiva como negativa, en la escobilla positiva colocaremos el multímetro en la posición de continuidad no deberá pitar y marcará infinito.



Para la escobilla negativa colocamos el multímetro en la posición de continuidad y verificaremos si está haciendo correctamente masa o tierra, en instante comenzara a pitar.

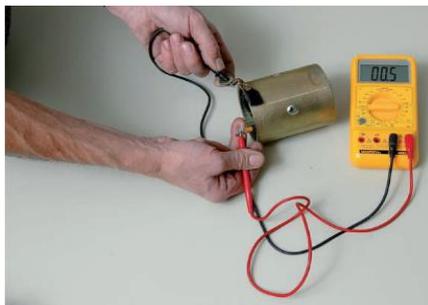


c) Comprobación de las bobinas inductoras que no estén conectadas a masa o tierra, colocamos el multímetro en la posición de continuidad en las inductoras o bobinados de campo no deberá pitar y marcará infinito.



También mediremos continuidad entre extremos de las bobinas como se lo ve en la imagen, pero esto no garantiza que no exista un corto circuito, así que colocamos el multímetro en la

posición de medir resistencia nos deberá dar el dato del fabricante más o menos unos 3 ohmios si este valor es menor indica que está en corto circuito.



d) Comprobaciones del conjunto inducido debe desplazarse suavemente por el eje y lubricarlo con grasa.



La rueda libre se debe probar que el engranaje gire libremente en una dirección y que debe quedarse trabado al proceder a girar en sentido contrario.

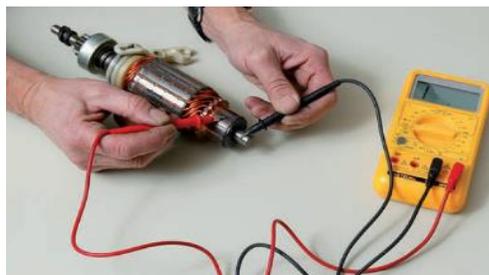


e) El eje del estriado se debe observar que esté libre de impurezas para evitar que el conjunto del piñón tenga problemas al momento de desplazarse.

f) En las bobinas inducidas debemos comprobar el colector y las bobinas, en el colector se debe observar visualmente si no tiene desgaste excesivo, rayaduras, excentricidad o el

conductor no esté, en la excentricidad podemos colocar en un torno y con la ayuda de un reloj comparador verificamos las posibles desviaciones con las tolerancias fijadas por el fabricante.

g) En las bobinas inducidas con la ayuda del multímetro mediremos continuidad o el aislamiento a masa para verificar que no exista un corto circuito.



h) también podemos comprobar con una herramienta conocida como roncador la prueba del inducido verificaremos, si la lámina de hierro comienza a vibrar existe un cortocircuito.



CONCLUSIONES:

- Se concluye que el mantenimiento preventivo por km ayudar a conservar la vida útil de los componentes internos del motor de arranque
- Se concluye que las tolerancias fijadas por el fabricante son importantes al momento de torneear el colector sino el funcionamiento no será el correcto.
- Se concluye que generando este tipo de mantenimiento se reducirá el costo de mantenimiento realizado por terceras personas.

RECOMENDACIONES:

- Se recomienda verificar siempre el diagrama eléctrico del vehículo antes de realizar cualquier comprobación.
- Se recomienda verificar el correcto funcionamiento del multímetro para obtener medidas eficientes y exactas.
- Se recomienda usar el equipo de protección personal para realizar el trabajo de mantenimiento y evitar accidentes innecesarios.

BIBLIOGRAFÍA

Calsina Fleta, M. (2011). *Sistemas de carga y arranque*. Madrid: Macmillan Iberia, S.A.

FIRMAS

Responsable del mantenimiento

Jefe del centro de mantenimiento

3.5 Capacitación del personal de técnicos

Para culminar con el proyecto de tesis, la capacitación del personal de técnicos del batallón de mantenimiento quisquis, es muy importante por la razón que el proyecto se lo realizó específicamente para dar a conocer sobre los mantenimiento preventivos, correctivos y sustitutivos en lo que se refiere a motores de arranque de los vehículos.

Figura 46.

Capacitación CEMTRA



Nota: en la imagen se muestra al personal de técnicos de centro de mantenimiento de vehículos administrativos recibiendo la capacitación técnica.

En la capacitación se topó los temas de cómo realizar pruebas de los motores de arranque antes de desmontarlo fuera del vehículo, esto ayudaría a que los técnicos minimicen el tiempo de trabajo y entreguen las unidades lo más pronto posible para seguir cumpliendo con las operaciones militares.

Figura 47.

Capacitación técnica sobre el vehículo



Nota: en la imagen se muestra la capacitación individual del técnico sobre la prueba del motor de arranque antes de desmontarlo.

Para dar cumplimiento al proyecto de tesis la capacitación a los técnicos del centro de mantenimiento de vehículos táctico se lo realizó con la ayuda de una computadora táctica, que vienen implementadas en los vehículos tácticos Jeep HMWWV M-1152, por tal razón facilitó de manera más eficiente la acogida de la información sobre el plan de mantenimiento de los motores de arranque de estos vehículos.

Figura 48.*Capacitación al CMVT*

Nota: en la imagen se muestra la capacitación individual de los técnicos del centro de mantenimiento de vehículos tácticos sobre los motores de arranque.

Continuando en la capacitación al personal de técnicos de la sección SINOTRUCK, del centro de mantenimiento de vehículos chinos, se les dio a conocer las guías de mantenimiento para los motores de arranque, las mismas que ayudaran a prevenir que los vehículos sufran daños más crónicos, pudiendo esto evitar con los mantenimiento preventivos que se puede realizar y que los técnicos, también puedan capacitar al personal de señores conductores y que ellos puedan corregir antes de que se tenga que hacer una para de la unidad por este tipo de problemas ya suscitados en las operaciones militares en el terreno.

Figura 49.

Capacitación de la sesión SINOTRUCK



Nota: en la imagen se muestra la capacitación del personal de técnicos del centro de mantenimiento SINOTRUCK.

La capacitación también consta de la medida de seguridad sobre prevención de accidentes en el área de trabajo y de acuerdo al tipo de mantenimiento que se esté realizando en esta sección las medidas de seguridad eran muy deficientes como se puede observar en la imagen no cuentan con el equipo necesario que es el de protección personal, por esta razón también se realizó la capacitación sobre el uso de este equipo que ayudara a prevenir y reducir accidentes laborales.

Figura 50.

Capacitación de normas de seguridad



Nota: en la imagen se muestra la capacitación al personal de técnicos sobre normas de seguridad.

Capítulo IV

4 Conclusiones y recomendaciones

4.1 Conclusiones

- La implementación del plan de mantenimiento consiente facilitar y resolver las insuficiencias en el Batallón de mantenimiento, tales como es capacitación del personal de técnicos, disminución del tiempo de trabajo que se demora en entregar las unidades y sobre todo la optimización de recursos asignados al mantenimiento del parque automotor del ejército ecuatoriano por parte del estado.
- Gracias a la ayudada de libros y manuales la investigación fue de gran ayuda ya que el centro de mantenimiento llevo a la conclusión que se deberá capacitar y crear un curso de mantenimiento para los conductores de este tipo de vehículos.
- Las guías de mantenimiento donde se generan pruebas y revisiones para los motores de arranque, facilitaron la verificación y control de la vida útil de estos elementos del sistema de arranque conservando en buenas condiciones de funcionamiento.

4.2 Recomendaciones

- Para realizar el desmontaje del motor de arranque fuera del vehículo primeramente debemos cerciorarnos de la falla o causa que da lugar a la avería para poder optimizar recursos y evitar dar un reporte erróneo del estado del automotor.
- Para llevar un control minucioso del mantenimiento del sistema de carga o del motor de arranque del vehículo debemos seguir paso a paso los ítems de pruebas y comprobaciones de las guías de mantenimiento.

- Para realizar los distintos trabajos de mantenimiento es necesario que el personal de técnicos prevea con anterioridad el equipo de protección personal y revisar las medidas de seguridad de los talleres de servicio automotriz.

4.3 Bibliografía

- Aranguren, Á. (31 de Marzo de 2018). *Motor & Racing*. Recuperado el 8 de Febrero de 2020, de <https://www.motoryracing.com/coches/noticias/el-motor-de-arranque-su-concepto-partes-y-funcion/>
- Barros, P., & Antonio, B. (2001). *Historia del automovil*. Recuperado el 22 de Febrero de 2020, de <http://www.librosmaravillosos.com/historiadelaautomovil/index.html>
- Calsina Fleta, M. (2011). *Sistemas de carga y arranque*. Madrid: Macmillan Iberia, S.A.
- Everly, M. (2004). *Manual del operador*. Washington, D.C.: Centro de Distribución de Publicación del Ejército de USA.
- Molina, J. (2013). *Electricidad,electromagnetismo y electrónica aplicados al automóvil*. Andalucía: Innovación y Cualificación.
- MOTOR, R. (16 de Febrero de 2012). *El motor de arranque cumple un siglo de haber sido instalado en un carro*. Recuperado el 16 de Febrero de 2020, de <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-11153122>
- Paredes, A. (2014). *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE PRUEBAS PARA MOTORES DE ARRANQUE Y ALTERNADORES DE VEHÍCULOS LIVIANOS*. Quito.

Sánchez Gutiérrez, M. (2012). *Mantenimiento del sistema de arranque del motor del vehículo*. Málaga: Innovacion y Cualificacion S. L. Sánchez Gutiérrez, M. (2012) Mantenimiento del sistema de IC Editorial.

Silva Ruiz, Hugo Felipe. (Julio de 2015). ADECUACIÓN DEL LABORATORIO DE AUTOTRÓNICA DEL TALLER DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRÍZ DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE. Ibarra.