

**Instituto de Educación Superior Tecnológico Público**

**“De las Fuerzas Armadas”**



**TRABAJO DE APLICACIÓN PROFESIONAL**

**TÉCNICAS DE MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN DE LOS  
SISTEMAS DE CARGA Y ARRANQUE PARA LA RECUPERACIÓN  
DEL VEHÍCULO TOYOTA HILUX DESARROLLADO EN EL  
IESTPFFAA-2023.**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL TÉCNICO EN**

**MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

**PRESENTADO POR:**

**BUITRON QUISPE, Rubén**

**YNGLESIE AQUIJE, Elthon Dustin**

**LIMA, PERÚ**

**2025**

### **Dedicatoria**

A nuestros padres, por su apoyo incondicional, por acompañarnos en nuestra etapa académica, gracias por estar allí, en los malos y buenos momentos.

## **Agradecimientos**

Agradecemos a Dios, por permitirnos ver estos días de logros junto a nuestras familias, amigos y colegas.

A nuestros padres y hermanos, gracias por creer en nosotros incluso cuando nosotros mismos lo dudábamos. Gracias por alentarnos cuando nos vieron derrotados y con palabras sencillas pero llenas de cariño, por enseñarnos con su ejemplo a ser honestos, responsables y sobre todo, perseverantes.

A nuestra casa de estudios, IESTPFFAA, por abrirnos las puertas y darnos esta oportunidad de forjarnos como profesionales técnicos en mecánica automotriz con el que nos defenderemos en la vida.

Finalmente, un tremendo agradecimiento especial a nuestros docentes de la carrera mecánica automotriz, quienes nos supieron enseñar los secretos de la mecánica para realizar trabajos con responsabilidad social.

## Índice

Dedicatoria.....	ii
Agradecimientos.....	iii
Índice .....	iv
Índice de figuras .....	vi
Resumen .....	vii
Introducción.....	viii
Capítulo I: Determinación del problema .....	x
1.1 Formulación del problema.....	12
1.1.1 Problema General.....	12
1.1.2 Problemas Específicos: .....	12
1.2 Objetivos: .....	13
1.2.1 Objetivo General.....	13
1.2.2 Objetivos Específicos: .....	13
1.3 Justificación.....	13
Capítulo II: Marco teórico .....	14
2.1 Estado de arte .....	16
2.2 Bases teóricas .....	18
2.2.1 Motor 2L.....	18
2.2.2 Principios físicos aplicados en el funcionamiento de los sistemas de carga.....	19
2.2.3 Corriente del alternador .....	21
2.2.4 Rectificación de la corriente alterna trifásica del alternador .....	22
2.2.5 El sistema de carga.....	25
2.2.6 Alternador .....	26
2.2.7 Componentes principales del alternador:.....	28
2.2.8 Ensamblado del alternador.....	31
2.2.9 Signos de problemas .....	32
2.2.10 Técnicas de diagnóstico del sistema de carga en el vehículo .....	33
2.2.11 Procedimientos de desmontaje de un alternador de motor Diesel Toyota 2L.....	36
2.2.12 Circuito del sistema de arranque: evolución y funcionamiento .....	39
2.2.13 Componentes del circuito de arranque .....	40
2.2.14 Funcionamiento del motor de arranque .....	40
2.2.15 Características del motor de arranque .....	41

2.2.16 Estructura y partes principales del motor de arranque .....	41
Capítulo II: Marco teórico .....	43
3.1 Finalidad.....	44
3.2 Propósito.....	44
3.3 Componentes .....	44
3.4 Actividades .....	45
3.4.1 Desmontaje de alternador .....	47
3.4.2 Inspección del rotor.....	49
3.4.3 Inspección del estator.....	49
3.4.4 Inspeccione la longitud del cepillo .....	49
3.4.5 Inspeccione el cojinete .....	50
3.4.6 Armado del alternador .....	51
3.4.7 Prueba de funcionamiento del sistema de carga .....	52
3.4.8 Desmontaje, inspecciones, pruebas y montaje del motor de arranque .....	54
3.4.9 Inspección de banco .....	55
3.4.9.10 Prueba de alternador de arranque .....	61
3.5 Limitaciones .....	63
Capítulo IV. Resultados.....	65
4.1 Resultados .....	66
Capítulo V. Conclusiones y recomendaciones .....	68
5.1 Conclusiones .....	69
5.2 Recomendaciones .....	70
Referencias bibliográficas .....	71
Apéndice A. El alternador que se colocará en el motor .....	73
Apéndice B. Procedimientos de diagnóstico del sistema de carga y arranque de motor ....	74
Apéndice C: Plan de mantenimiento preventivo y correctivo del sistema de carga (M2)	104
Apéndice D: Plan de mantenimiento preventivo del sistema de arranque (Motor 2L) .....	105
Apéndice E: Plan de mantenimiento correctivo (Sistema de carga y arranque) .....	106
Apéndice F: Presupuesto de mantenimiento correctivo .....	107

## Índice de figuras

Figura 1. Motor 2L .....	19
Figura 2. Generación de inducción electromagnética .....	20
Figura 3. Proceso de generación de corriente alterna.....	21
Figura 4. Rectificación de la corriente alterna trifásica a corriente alterna trifásica .....	23
Figura 5. Circuito de carga convencional .....	25
Figura 6. Alternador Toyota, L4 2.2l, 2.4l 84-97 Mrf Denso 12v 55a Cw V2. ....	27
Figura 7. Rotor 12v 80a Denso Horquilla Toyota Ford Gm Chrysler Dodge .....	28
Figura 8. Stator Denso 12v 80a Syst-Toyota Hylux 2.5l Araya 4w -07 .....	29
Figura 9. rectificador de alternador denso 12v 110-140a Ir-If John Deere Tractor .....	30
Figura 10. Regulador de voltaje convencional .....	30
Figura 11. Estructura del alternador .....	31
Figura 12. Ensamblado del rotor .....	32
Figura 13. Motor de arranque seccionado .....	42
Figura 14. Alternador Toyota 2L.....	46
Figura 15. Ubicación del alternador .....	47
Figura 16. Longitud de escobillas en la porta escobilla .....	50
Figura 17. Arrancador desmontado para la supervisión de accesorios.....	54
Figura 18. Revisión del piñón de engrane .....	58
Figura 19. Tapa del Motor de arranque .....	61

## Resumen

Este trabajo de aplicación profesional resume las actividades que se realizaron en la camioneta Toyota Hilux de carga equipada con un motor convencional. El objetivo principal fue asegurar el funcionamiento de los sistemas de carga y arranque, asimismo dejar un registro detallado del proceso para futuras referencias.

Se inició con una revisión general del vehículo, dedicados a identificar las fallas para el buen funcionamiento de los sistemas de carga y arranque. Esta etapa comprobamos el estado de cada componente, hallamos las fallas, y confirmamos que era necesario su reparación para recuperar la camioneta.

La planificación del mantenimiento se basó en la experiencia de los docentes asesores y en las especificaciones del fabricante que nos permitió organizamos una lista clara de las reparaciones y reacondicionamientos que debíamos realizar en ambos sistemas, tomando en cuenta que en el proceso se tomen en cuenta las normas de seguridad y cuidado del medio ambiente.

En la fase de intervención, reparamos y probamos los sistemas de carga y arranque. Se utilizaron herramientas y métodos adecuados para garantizar que el alternador, y el motor de arranque quedaran en condiciones óptimas. Las pruebas posteriores confirmaron que ambos sistemas cumplen con los indicadores de funcionamiento correcto, contribuyendo así a prolongar la vida útil del vehículo.

Todo el proceso fue documentado con fotografías y videos, desde la inspección inicial hasta las pruebas finales desde donde se plantearon el plan de mantenimiento y el presupuesto para futuras intervenciones. Se sugiere que se complete el mantenimiento integral del motor Toyota 2L.

*Palabras claves:* Técnicas de mantenimiento, sistemas de carga, sistema de arranque

## Introducción

Durante los últimos meses, la camioneta Toyota Hilux del IESTPFFAA permaneció inoperativa. La causa principal: fallas en el sistema de carga y en el sistema de arranque que impedían poner en funcionamiento el motor Toyota 2L. No se tiene registro de un mantenimiento periódico, lo que dificultó más las predicciones del estado de funcionamiento de ambos sistemas, esta condición definitivamente nos obliga a realizar las reparaciones necesarias para que funcione el motor.

La reparación implicó un trabajo meticuloso; primero, se instaló una batería en condiciones operativas eficientes para iniciar la evaluación del alternador, el regulador de voltaje y el estado de conservación del cableado principal del sistema de carga, comprobando conexiones y midiendo valores de tensión según el manual del fabricante. Luego se abordó el sistema de arranque: motor de arranque y solenoide, todos fueron revisados y probados. Algunas piezas se limpiaron y ajustaron; otras, como el relé de arranque, se reemplazaron para garantizar un funcionamiento seguro.

Con este proceso no solo se permitió que la camioneta vuelva a circular, además, será utilizado como material para el ejercicio práctico de los estudiantes de Mecánica Automotriz del IESTPFFAA. En la realización de las pruebas, se manejaron herramientas como el multímetro y la lámpara de pruebas para interpretar síntomas reales de fallas. La experiencia de trabajar sobre un vehículo institucional, con fallas reales y bajo supervisión técnica, fortaleció sus habilidades para futuros trabajos en el campo.

Todo el proceso quedó documentado con fotografías y videos para la redacción de informes y recopilación de procedimientos técnicos de mantenimiento. Este material no solo respalda el trabajo realizado, sino que servirá como guía para implementar un plan de mantenimiento preventivo que incluya revisiones periódicas del alternador, limpieza de terminales y chequeo de voltaje de batería.

Finalmente, se elaboraron fichas de procedimientos de mantenimiento correctivo, los repuestos que se han incorporado son presupuestados a julio del 2025. De esta manera, el trabajo ofrece no solo una solución inmediata al problema planteado, sino que también sienta las bases para la gestión adecuada de los recursos automotrices en el largo plazo.

## **Capítulo I**

### **Determinación del problema**

## **1.1 Formulación del problema**

El automóvil Toyota Hilux se encuentra inoperativa por falta de un plan de mantenimiento que lo inhabilitó en actividad por un buen tiempo. Revisando el estado de conservación del motor y de la carrocería se comprobó que aún es posible recuperar el vehículo y ponerlo a disociar al servicio de los usuarios de la institución educativa.

Por lo tanto, la recuperación del vehículo implica un reto para un equipo de personal especializado que presentamos planes de recuperación de los diferentes sistemas del vehículo cuyo principal elemento es el motor y sus propios sistemas que intervienen en su funcionamiento adecuado de acuerdo a las especificaciones técnicas del fabricante y normativa vigente; por lo tanto, presentamos el presente trabajo denominado: Técnicas de mantenimiento y reparación de los sistemas de carga y arranque para la recuperación del vehículo Toyota Hilux desarrollado en el IESTPFFAA-2023.

### ***1.1.1 Problema General***

¿Cuáles son las técnicas de mantenimiento y reparación vigentes que aplicados en los sistemas de carga y arranque posibilitarán la recuperación del vehículo Toyota Hilux que se desarrollará en el IESTPFFAA-2023?

### ***1.1.2 Problemas Específicos:***

¿Cuáles son las técnicas vigentes de mantenimiento y reparación que aplicados en los sistemas de carga permitirá la recuperación del vehículo Toyota Hilux desarrollado en el IESTPFFAA-2023?

¿Cuáles son las técnicas vigentes de mantenimiento y reparación que aplicados en el sistema de arranque permitirán la recuperación del vehículo Toyota Hilux en el IESTPFFAA-2023?

## **1.2 Objetivos:**

### ***1.2.1 Objetivo General***

Establecer y aplicar las técnicas vigentes de mantenimiento y reparación en los sistemas de carga y arranque para recuperar el vehículo Toyota Hilux desarrollado en el IESTPFFAA-2023

### ***1.2.2 Objetivos Específicos:***

Establecer y aplicar las técnicas vigentes de mantenimiento y reparación del sistema de carga para recuperar el vehículo Toyota Hilux en el IESTPFFAA-2023.

Establecer y aplicar técnicas vigentes de mantenimiento y reparación del sistema de arranque para recuperar el vehículo Toyota Hilux en el IESTPFFAA-2023.

## **1.3 Justificación**

El Toyota Hilux de la institución se encuentra actualmente inoperativo debido a la falta de un plan de mantenimiento que permitiera su operación. Este vehículo es clave para las operaciones logísticas y de transporte, ha visto afectada su funcionalidad principalmente por el deterioro en los sistemas de carga y arranque, componentes esenciales para el arranque y operación del motor. El trabajo de aplicación se centra en resolver el problema hallado mediante la aplicación de técnicas actualizadas de mantenimiento y reparación, lo que permitirá restaurar su operatividad.

La inoperatividad del vehículo tipo camioneta afecta como uso logístico del instituto, por lo que se considera oportuno su inmediata reparación para devolverlo a las actividades siendo un medio de transporte para fines académicos y logísticos.

Este trabajo es completamente viable, porque se acoge en los conocimientos previos de docentes y técnicos automotrices, contamos con las herramientas adecuadas, existen

repuestos originales y alternos e caso; se requieran cambiar o reparar los sistemas de carga y arranque, además, las técnicas que se aplicarán están alineadas con las especificaciones técnicas del fabricante del motor 2L y la aplicación de fundamentos teóricos de electricidad, lo que asegura un proceso de recuperación efectivo y seguro.

El principal segmento beneficiado será el personal administrativo de la institución, que recuperará el Toyota Hilux, esencial para sus operaciones administrativas. Esto, a su vez, impacta positivamente en todos los usuarios internos y externos que presiden de dicha casa de estudios. para la realización de actividades de transporte. Adicionalmente, el equipo de trabajo y los estudiantes del IESTPFFAA se beneficiarán al participar como practicantes en el mantenimiento preventivo, porque les permitirá aplicar y fortalecer sus conocimientos técnicos en un contexto real.

## **Capítulo II**

### **Marco teórico**

## 2.1 Estado de Arte

Lucero y Tituaña (2022), en su tesis: *Implementación de módulos didácticos del sistema de arranque y carga del automóvil para las prácticas de electricidad automotriz en los talleres escuela san patricio (TESPA)*, mencionaron que, el sistema de arranque y el sistema de carga son fundamentales en la formación de técnicos en electricidad automotriz. Se crearon bancos de prueba específicos para el sistema de carga y arranque, permitiendo a los estudiantes interpretar correctamente las magnitudes de voltaje, amperaje y velocidad angular necesarias para estos sistemas, y ayudándolos a identificar fallas en su funcionamiento. Además, estos módulos incluyen componentes relevantes, como alternadores y motores de arranque de modelos de Chevrolet y vehículos ampliamente comercializados, lo cual es favorable para el aprendizaje práctico en el contexto automotriz.

El canal Canal Argencánicos (3 ene 2020) en su contenido: *“Desarme de motor de arranque Toyota Hilux en Español”*, plantearon como objetivo principal demostrar los procedimientos adecuados para el desmontaje, limpieza, mantenimiento, y reensamblaje del motor de arranque del motor a través de un tutorial detallado, asegurando el correcto funcionamiento de la pieza y evitando posibles daños o mal funcionamiento del que rescatamos algunas conclusiones como: a) Realizar un mantenimiento correcto del motor de arranque, incluyendo limpieza y lubricación, prolonga su vida útil y mejora su desempeño; b) Elementos como los carbones pueden necesitar sustitución si están muy gastados; c) Marcar las posiciones y reensamblar con precisión es clave para que el motor de arranque funcione correctamente después del mantenimiento; d) Probar el motor en un banco de pruebas antes de instalarlo en el vehículo asegura que el procedimiento se realizó correctamente y permite detectar errores sin afectar el auto; e) El video destaca pasos de seguridad, como la desconexión de la batería y el uso de herramientas adecuadas, evitando así accidentes y daños.

En el archivo de video de “Reparaciones Chispita” (9 de octubre de 2020) se desarrolló la actividad: “*Reparación de alternador Toyota hiliux (problema 1)*” con el objetivo de mostrar, de manera didáctica, el proceso de diagnóstico y reparación de un alternador en una Toyota Hilux 2005 que presenta problemas de carga. También busca enseñar técnicas para resolver fallas específicas, como la polea de embrague rota, utilizando herramientas y métodos accesibles para aquellos que desean reparar sus vehículos o entender mejor los procesos mecánicos logrando identificar la causa del problema (polea de embrague rota en el alternador), proporcionar una guía paso a paso, incluyendo métodos de desmontaje y técnicas para remover la polea defectuosa, logró reemplazar la polea y demostró que el alternador funcionaba correctamente tras la reparación, logró ofrecer consejos prácticos y técnicas alternativas para la reparación, haciéndola accesible para personas con herramientas limitadas. También anunció su intención de seguir compartiendo tutoriales sobre temas similares y otros inventos, manteniendo el interés de sus seguidores.

El Pela Electromecánico. (23 de mayo 2023), es un archivo de video titulado: “*Cambiar carbones alternador sin sacarlo en Hilux 98 con depresor* donde encontramos que el autor busca mostrar una manera rápida y práctica de cambiar los carbones (o escobillas) del alternador en una Toyota Hilux 1998 sin desmontarlo completamente.

En el desarrollo de soluciones prácticas para el mantenimiento del sistema de carga, se identificó un procedimiento que permite reemplazar los carbones del alternador sin desmontar componentes adyacentes de mayor complejidad, como el depresor o el compresor de aire acondicionado. Esta técnica está pensada para ser ejecutada incluso por personas con conocimientos básicos de mecánica automotriz, reduciendo significativamente el tiempo de intervención y evitando riesgos asociados al desmontaje de piezas sensibles, como posibles fugas o daños en el sistema de aire acondicionado.

El método se basa en acceder directamente al portacarbones del alternador, utilizando únicamente herramientas manuales básicas y un caudín de alta potencia que nos permita realizar el reemplazo. Antes de iniciar la intervención, se enfatiza la necesidad de desconectar la batería para prevenir cortocircuitos y trabajar de forma segura. Durante la demostración, se detallan cada una de las etapas, desde la inspección inicial hasta la instalación de los nuevos carbones, proporcionando una guía clara que puede ser replicada por técnicos o estudiantes de mecánica.

Finalmente, se realizan pruebas de funcionamiento con el alternador ya instalado, verificando que el sistema de carga opere dentro de los parámetros especificados por el fabricante. Este procedimiento constituye una alternativa eficiente y económica para la resolución de una falla provocado por carbones desgastados, representando un aporte útil para el taller de mecánica, programas de formación y entornos donde no se disponga de herramientas especializadas.

## **2.2 Bases Teóricas**

### **2.2.1 Motor 2L**

Los motores Toyota L, 2L y 2LT se aplican en diferentes modelos de camionetas que son reconocidos por su durabilidad y rendimiento. Estos requieren un mantenimiento adecuado para asegurar su eficiencia durante mucho más tiempo de trabajo. Contar con un manual de motor 2L es fundamental para propietarios y mecánicos, proporciona instrucciones detalladas para su reparación y mantenimiento (valvulita, 12 junio, 2024).

**Figura 1**  
**Motor 2L**



*Nota:* Por valvulita, 12 junio, 2024. <https://www.valvulita.com/manuales/toyota/manual-de-mecanica-para-los-motores-toyota-1-2l-y-2lt>

Es de suma importancia tener acceso al manual adecuado para los motores Toyota 2L (L, 2L y 2LT) por ser fundamental para asegurar su rendimiento operativo y post reparación para prolongar su vida útil. Este recurso es importante tanto para propietarios como para mecánicos, tanto para el mantenimiento preventivo y, hacer diagnósticos precisos para llevar a cabo la reparación específica. (valvulita, 12 junio, 2024).

## ***2.2.2 Principios físicos aplicados en el funcionamiento de los sistemas de carga y arranque***

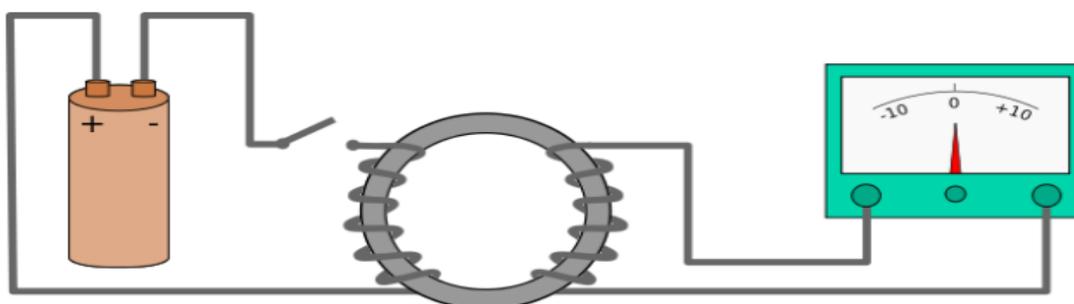
### ***2.2.2.1 Inducción Electromagnética de Michael Faraday en 1831.***

En 1831, Michael Faraday llevó a cabo una serie de experimentos con el que llegó a comprender un fenómeno desconocido para su época: la inducción electromagnética. Sus pruebas demostraron que un campo magnético (imán) en movimiento podía generar corriente eléctrica en un conductor. Con este hallazgo se desarrollaron las bases para fabricar los generadores, motores y transformadores eléctricos.

Faraday comenzó a trabajar en su teoría en 1824 y, al año siguiente, inició una serie de experimentos para comprobar si era posible generar electricidad a partir del magnetismo. Durante varios años obtuvo resultados inconclusos, hasta que en el otoño de 1831 logra su propósito. En uno de sus ensayos, enrolló un alambre conductor alrededor de un eje de madera y conectó sus extremos a un galvanómetro. Al hacerlo, descubrió que cuando un campo magnético atraviesa el plano del circuito, se induce una corriente eléctrica a lo largo del alambre enrollado.

El 29 de agosto de 1831, Faraday anotó en su diario de laboratorio un experimento que marcaría un antes y un después en la historia de la ciencia: el descubrimiento de la inducción electromagnética. El hallazgo se produjo casi por accidente, mientras probaba con dos trozos de alambre y observó un fenómeno inesperado. Ese momento se convertiría en la base para el desarrollo de la electricidad industrial y llevaría, años más tarde, a la invención del generador eléctrico o dinamo, capaz de transformar el flujo magnético en corriente eléctrica gracias a la inducción electromagnética.

**Figura 2**  
**Generación de Inducción Electromagnética**



*Nota.* “La solución que Faraday encontró en 1831 fue, parcialmente, un accidente. Estaba experimentando con dos trozos de alambre que había enrollado en una pieza de hierro en forma de anillo. Se dio cuenta de que aparecía una corriente en uno de los trozos, llamado después el “secundario”, cuando se establecía una corriente en el otro trozo, el “primario”. Pero el fenómeno aparecía solo en el momento en el que se establecía la corriente, duraba solo un instante. Tan pronto como había una corriente continua estable en el primario, la corriente en el secundario desaparecía. Cuando desaparecía la corriente en el primario, por un instante, volvía a aparecer la corriente en el secundario. Reflejó su hallazgo en su diario de laboratorio el 29 de agosto de 1831”. Tomado de *El descubrimiento de la inducción electromagnética (1)*. 2016. César Tomé López de <https://culturacientifica.com/2016/06/14/descubrimiento-la-induccion-electro-magnetica-1/>.

El descubrimiento de Faraday de la inducción electromagnética fue un avance significativo en el campo de la física y la electricidad. Este fenómeno sentó las bases para el desarrollo de generadores y motores eléctricos, y su impacto se extiende a numerosos campos de la actualidad, convirtiendo a Faraday en uno de los científicos más importantes de la historia.

Prácticamente la experiencia de Michael Faraday y el descubrimiento de la inducción electromagnética en 1831 fue un hito crucial que sentó las bases para el desarrollo de la electricidad industrial y tuvo un impacto significativo en la física y la electricidad (López, 2016).

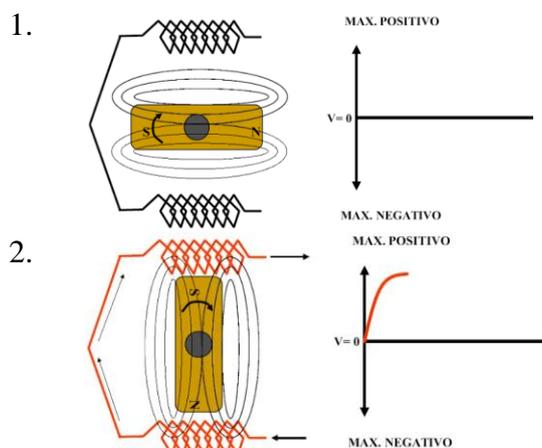
### 2.2.3 Corriente del Alternador

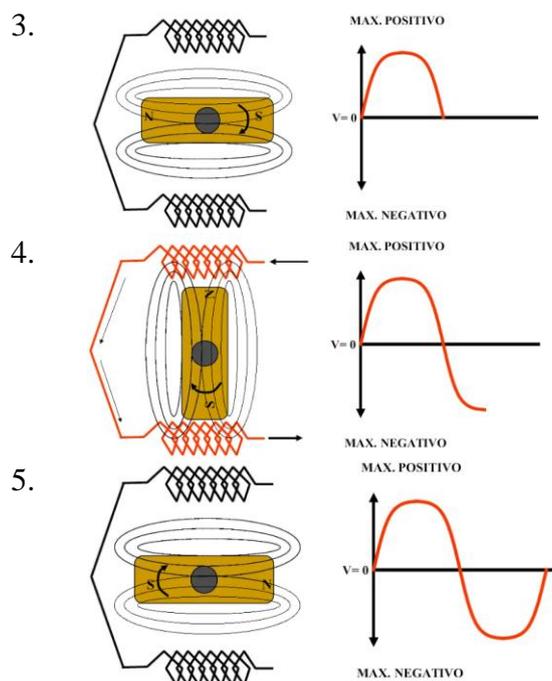
Para los que ya entendemos el sistema eléctrico en el automóvil, sabemos que el tipo de corriente es DC, cuya característica principal es la constante de energía unidireccional que se describe como polarizado en positivo y negativo con una tensión de hasta 14.5 voltios.

Sin embargo, el alternador generará corriente tipo alterna como se describe en el diagrama.

**Figura 3**

#### **Proceso de Generación de Corriente Alterna**





*Nota.* La imagen muestra la trayectoria de la línea roja en representación de la variación de señal de voltaje de la corriente de salida del alternador, cada vez que el campo magnético del rotor perturba las bobinas del estator, y esta va fluctuando entre positivo y negativo de la gráfica de acuerdo a la polaridad del campo del rotor. extraído de *Circuito de carga* p. 6-10. Por Anonymous MZTn5n2zs, 4 de octubre 2015, <https://es.scribd.com/doc/283573889/Circuito-de-Carga>.

#### 2.2.4 Rectificación de la corriente alterna trifásica del alternador

Un alternador trifásico es una máquina eléctrica que convierte energía mecánica en energía eléctrica en forma de corriente alterna (CA) trifásica.

El funcionamiento es posible porque una corriente continua se suministra al rotor a través de los anillos rozantes y las escobillas, creando un campo magnético.

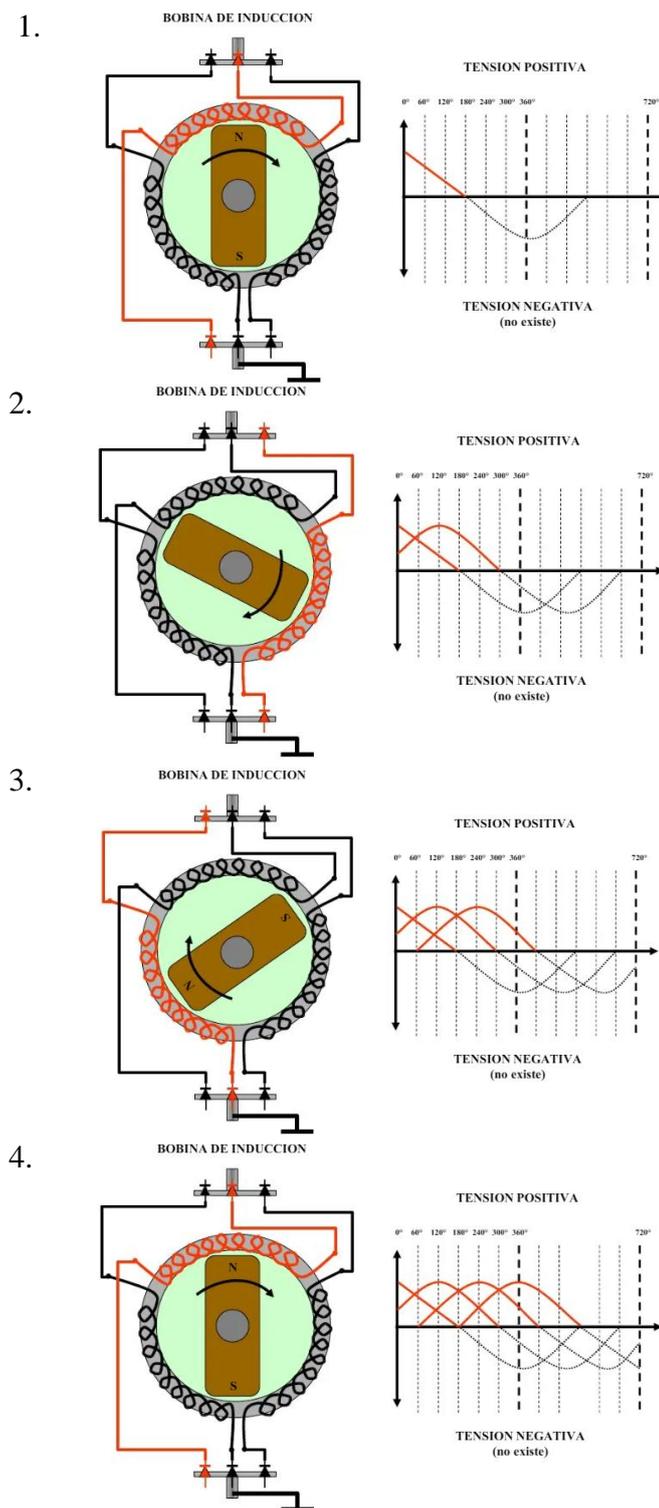
El rotor, accionado por una fuente de energía mecánica, gira dentro del estator. Al girar, el campo magnético generado por el rotor corta las bobinas del estator.

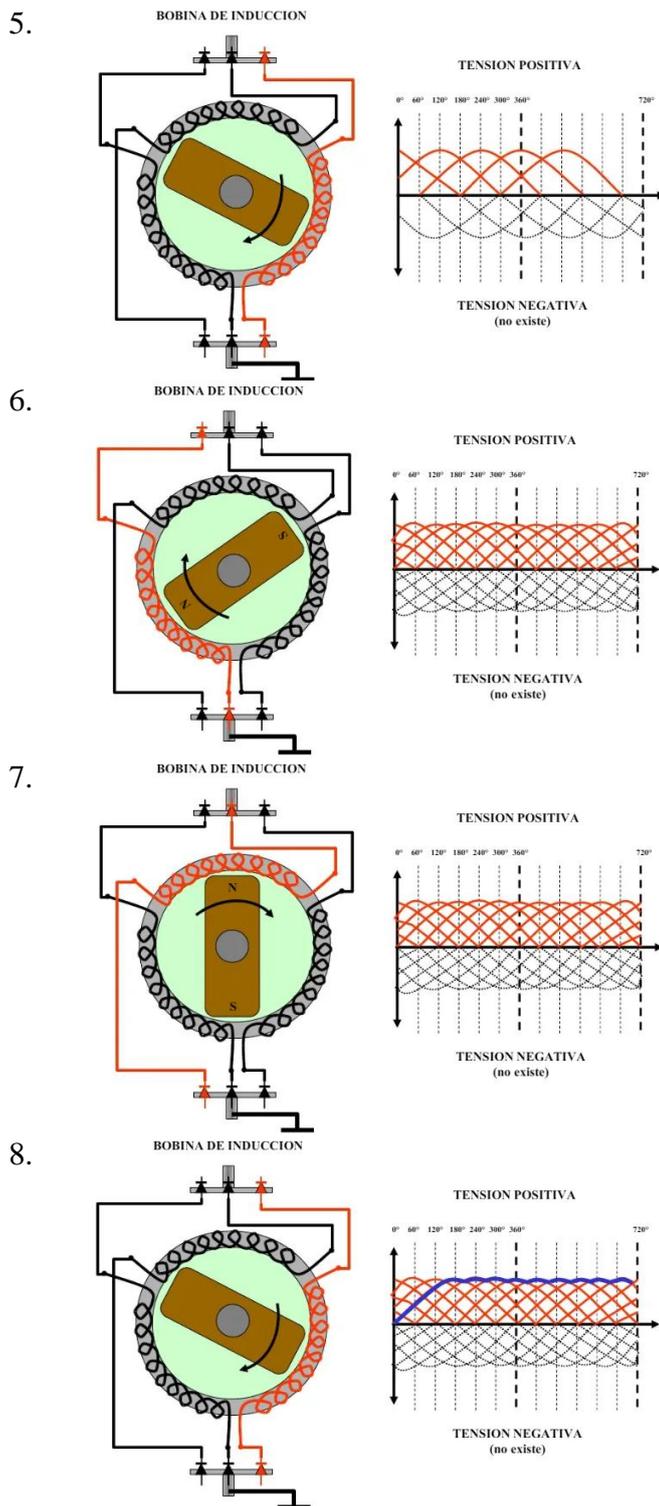
Según la ley de Faraday de la inducción electromagnética, el movimiento del campo magnético a través de las bobinas del estator induce una corriente alterna en cada bobina.

Dado que el estator tiene tres conjuntos de bobinas desfasadas 120 grados, el alternador produce tres corrientes alternas, cada una con una fase diferente. Estas corrientes se combinan para formar un sistema trifásico.

**Figura 4**

*Rectificación de la Corriente Alterna Trifásica*





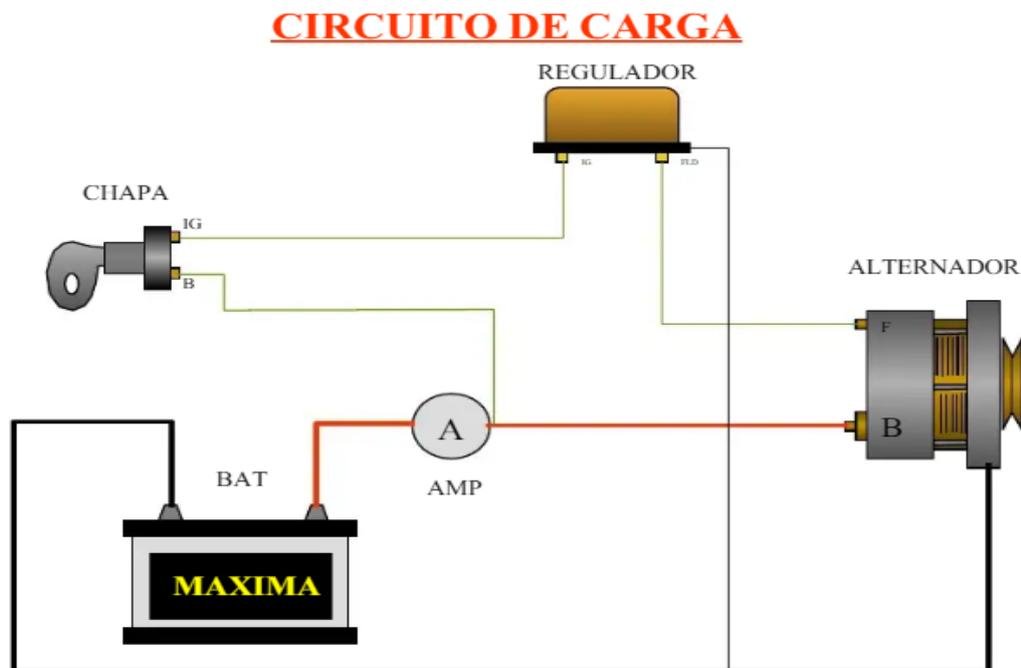
*Nota.* La sucesión de estas 8 imágenes ilustra la rectificación de la corriente alterna trifásica a corriente directa o continua. Cuando el polo norte del campo del rotor apunta a la bobina de color roja, estará en fase induciendo corriente positiva. Extraído de *Carga* (p. 25-33), 2011, por Gonzalez, F. I., <https://es.scribd.com/doc/62934817/Carga>.

### 2.2.5 El Sistema de Carga

El sistema de carga es el conjunto de elementos cuyo circuito está diseñado e instalado en estricto cumplimiento de las condiciones físicas planteadas en la Ley de electromagnetismo formulado por Faraday para generar energía eléctrica que alimentará los diferentes sistemas eléctricos y de almacenamiento en un vehículo.

El sistema de carga típico tiene un alternador, correa propulsora, batería, regulador de voltaje y el cableado asociado, -es un circuito en serie con la batería conectada en paralelo. -Después de puesto el motor en marcha y funcionando, el alternador pasa a ser la fuente de potencia y la batería se convierte en parte de la carga del sistema (Chilton, 1999, pp 1045). El mismo autor menciona que el alternador es llamado también generador en alusión a la antigua Dínamo que genera corriente directa, los cuales a la actualidad fueron remplazados por el alternador.

**Figura 5**  
*Circuito de carga convencional*



*Nota.* extraído de Circuito de carga p. 3 por Anonymous MZTn5n2zs, 4 de octubre 2015, <https://es.scribd.com/doc/283573889/Circuito-de-Carga>.

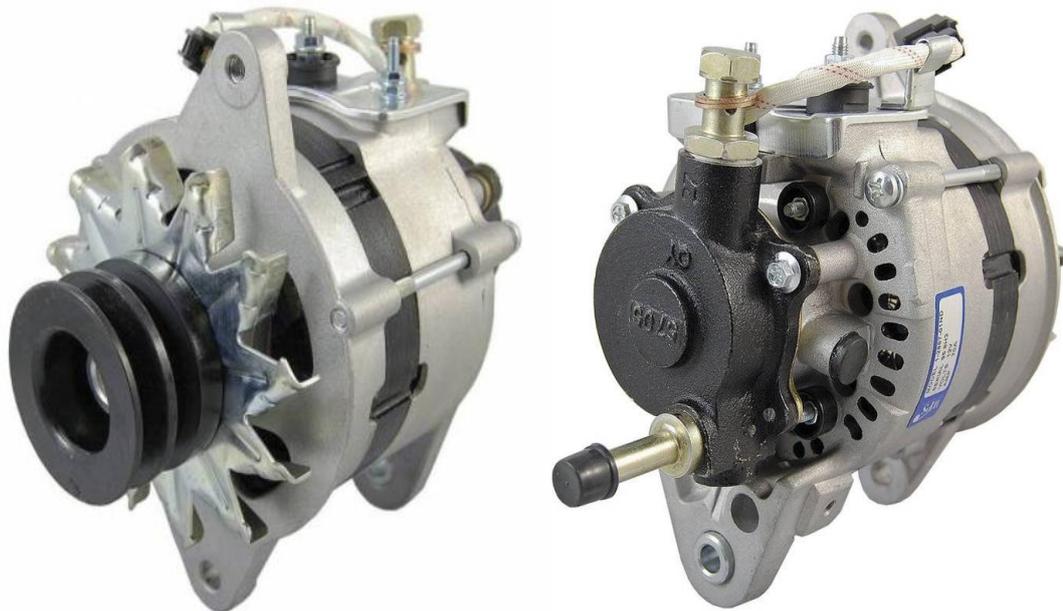
### 2.2.6 *Alternador*

Antes del alternador se conocían a los generadores de corriente directa (DC), los que se usaban principalmente en buses, camiones refrigerados, camiones para servicio de entregas en ciudad y otros vehículos como autos de policía, ambulancias, taxis equipados con teléfono. En todos esos vehículos, el generador DC convencional no fue eficaz para suministrar la corriente suficiente para las grandes demandas de esos tiempos.

Para mejorar las condiciones descritas se reemplazó con un sistema de generación de corriente alterna (AC) que vence estas limitaciones, sin embargo, el sistema eléctrico de los vehículos no puede usar AC debido a la batería, el sistema de ignición y demás sistemas cuyos dispositivos eléctricos están diseñados para trabajar con DC, aunque el generador produce AC, la DC, es suministrada por un rectificador, como veremos pronto, los alternadores que estamos describiendo aquí son del tipo moderno con diodos rectificadores de silicón integrado que, bajo condiciones normales de operación, estos alternadores tienen una capacidad de entre 30 y 60 amperes dependiendo de las demandas de cada vehículo y generalmente comunica de 5 a 10 amperes a velocidad mínima. Actualmente se fabrican versiones de 40 a 160 amperes (Denso, 2024).

En términos generales, un alternador es un generador eléctrico que convierte la energía mecánica en energía eléctrica en forma de corriente alterna.

“El alternador de un coche es uno de los elementos principales del circuito eléctrico. Su finalidad es transformar la energía mecánica en energía eléctrica para cargar la batería y proporcionar el suministro eléctrico necesario al coche cuando está en funcionamiento” (Navarrete, s/f). BlackCat Networld (2019) lo precisa como “un aparato que transforma la energía mecánica que recibe en su rotor, en energía eléctrica que se obtiene en sus bornes de salida”. Ambos conceptos son complementarios, pues la unión de ellos describe la forma como se consigue la electricidad alterna y la estructura.

**Figura 6****Alternador Toyota, L4 2.2l, 2.4l 84-97 Mrf Denso 12v 55a Cw V2.**

*Nota.* Adaptado de Catálogo de productos, Alternadores [imagen], de QPS, <https://qpselectric.com/es/alternadores/12609-22070N.html>

Dicho lo anterior, ahora describiremos cómo funciona un alternador en términos generales. Al igual que los motores, utilizan el mismo principio de la inducción electromagnética. El rotor es una bobina de cable de cobre que al ser cargado con electricidad se convierte en un electroimán, este está abrazado por dos masas férricas muy bien contrapesadas para aumentar el campo electromagnético.

El rotor electro magnetizado milimétricamente centrado será rotado por arrastre en el interior de un conjunto de pequeños embobinados estrechamente ordenados en forma corona llamado estator. Cuando lo hace, la corriente eléctrica se induce en estas bobinas, provocando el flujo de electrones entre los puntos de empalme, cargando así la batería, manteniendo funcional todos los accesorios y los sistemas eléctricos del coche. Incluye los sistemas electrónicos mientras el motor de combustión esté en funcionamiento.

## 2.2.7 Componentes Principales del Alternador:

### 2.2.7.1 Rotor.

Parte móvil que genera el campo magnético. Es un diseño de sistemas rotativos que giran a velocidades muy altas. Los puntos de apoyo de sus mecanismos están contruidos para que puedan mantenerse girando muchas horas sin que el rozamiento sea alto y, además, que resistan vibraciones propias de su funcionamiento y las del vehículo en movimiento (perturbaciones internas o fuerzas no equilibradas). Estos conceptos dan lugar a un concepto de robustez alta. La bobina abrazada por dos estructuras de hierro está enrollada.

#### Figura 7

#### Rotor 12v 80a denso horquilla Toyota Ford Gm Chrysler Dodge



*Nota.* Adaptado de *Catálogo de productos, componentes* [imagen], de QPS, 2020, <https://qpselectric.com/en/rotors/27552-28-8230.html>

### 2.2.7.2 Estator.

Parte estacionaria que contiene las bobinas organizadas formando una corona alrededor del rotor. Este se ve afectada por la perturbación del campo electromagnético que sucede al ser arrastrado por una faja colocada entre su polea y la del cigüeñal. Aquí aclararemos que, de acuerdo con la Ley de Inducción

Electromagnética de Michael Faraday, solo la perturbación o variación del campo magnético del rotor induce la corriente en las bobinas del estator mas no cuando solo esté con campo, pero sin girar (VirtualBrain, 2020, 1m45s).

### **Figura 8**

*Stator Denso 12v 80a Syst-Toyota Hylux 2.5l Araya 4w -07*



*Nota.* Adaptado de *Catálogo de productos, estatores* [imagen], de QPS, 2020, <https://qpselectric.com/en/stators/7811-27-8201.html>

#### **2.2.7.3 Rectificador.**

El rectificador es un dispositivo electrónico compuesto de dos puentes que convierte corriente alterna (CA) en corriente continua (CC) permitiendo el suministro de energía en un solo sentido; Está compuesto básicamente por tres diodos semiconductores en cada puente, los cuales permiten el flujo de corriente en una dirección y bloquean en la otra. Son de onda completa que rectifica tanto la parte positiva como la negativa de la onda de entrada.

Los rectificadores modernos tienen alta eficiencia en la conversión de corriente, minimizando las pérdidas de energía en forma de calor.

### Figura 9

*Rectificador De Alternador Denso 12v 110-140a Ir-If John Deere Tractor*



*Nota.* Adaptado de *Catálogo de productos, componentes, dioderos* [imagen], de QPS, 2020, <https://qpselectric.com/es/dioderos/15488-INR738P.html>

#### 2.2.7.4 Regulador de Voltaje.

Está diseñado para mantener el voltaje de salida constante en 12 voltios en corriente directa (12VDC). Aunque este voltaje es referencial lo que se trata es de regular los picos altos de voltaje que se generan en el alterna cuando está a altas revoluciones, el cual puede llegar a los 90 VDC en algunos casos, por lo tanto, se incorpora en el sistema el equipo regulador para que esta tensión se mantenga en 12 VDC en los circuitos eléctricos del vehículo.

### Figura 10

*Regulador de Voltaje Convencional*



*Nota.* Regulador de voltaje transistorizado para Toyota Hilux, adaptado de Nosso, productos, 2020, [https://nosso.com/esp/productos\\_detalle/rnt%2072030](https://nosso.com/esp/productos_detalle/rnt%2072030)

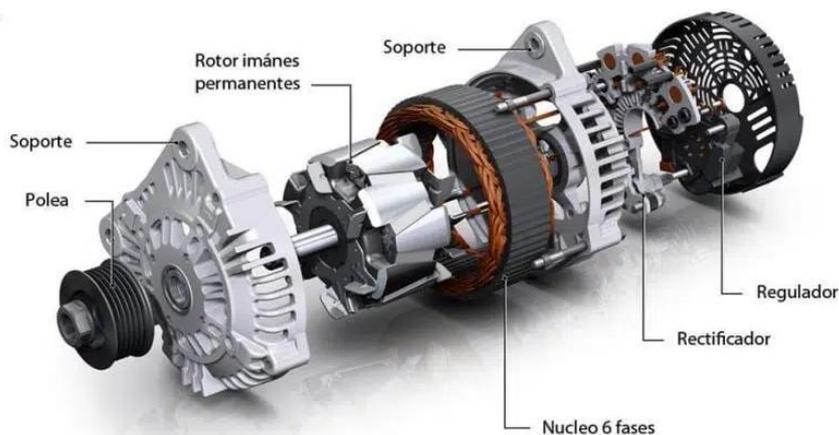
### 2.2.8 Ensamblado del Alternador

Un alternador está compuesto por dos armazones tipo casco unidos por sus extremos abiertos. Uno de estos armazones sostiene el rotor, mientras que el otro se sitúa el estator. El ensamblado del rotor está usualmente apoyado en el armazón del extremo de mando mediante un cojinete esférico, y en el armazón del extremo del anillo del deslizamiento por un cojinete de rodillo. Estos cojinetes generalmente vienen bañados en grasa, eliminando la necesidad de lubricación periódica.

El ensamblado del estator se monta entre los armazones de ambos extremos y consiste en bobinas de cable enrolladas en las ranuras de un núcleo laminado.

**Figura 11**

*Estructura del Alternador*



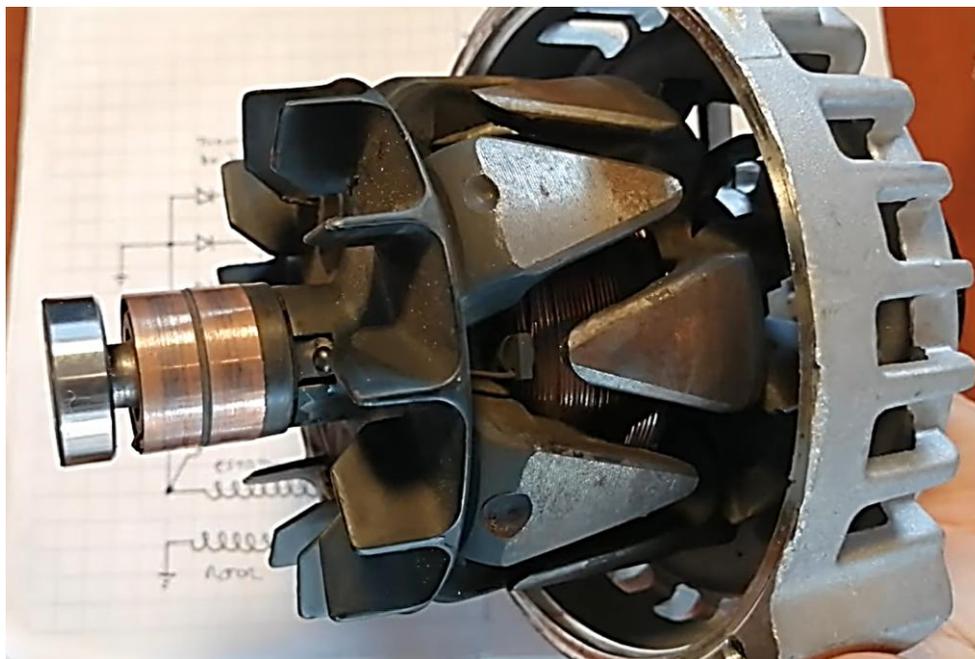
*Nota.* Despiece de un alternador automotriz, adaptado de Reparación de Motores de arranque y alternadores del automóvil [imagen], 2024, [https://www.facebook.com/photo?fbid=878357859008141&set=pcb.878358082341452&locale=es\\_LA](https://www.facebook.com/photo?fbid=878357859008141&set=pcb.878358082341452&locale=es_LA)

El ensamblado del rotor contiene una bobina de campo en forma de rosquilla, enrollada en un carrete de hierro. Esta bobina y su carrete están montados entre dos segmentos de hierro con varios dedos entrelazados llamados polos. Estas piezas se mantienen unidas mediante un ajuste a presión en el eje.

Dos anillos de deslizamiento, en los cuales se apoyan las escobillas, están montados en un extremo del eje del rotor y conectados a los cables de la bobina de campo.

### **Figura 12**

#### *Ensamblado del rotor*



Nota. adaptado de Teoría Alternador 2 principios de funcionamiento, regulador de voltaje [Vídeo], por Alvaro Necochea, 2019, <https://youtu.be/v7bZXN3ZXUM?t=134>

Seis válvulas de retención electrónicas, llamadas diodos, están localizadas en el ensamblaje del armazón del extremo más cercano al anillo de deslizamiento. Tres de estos diodos son negativos y están montados directamente en el armazón del extremo, mientras que los otros tres diodos, que son positivos, están montados dentro de una tira llamada disipador de calor, la cual está aislada del armazón del extremo. Estos diodos convierten el voltaje AC desarrollado en los devanados del estator en voltaje DC, el cual aparece en la terminal de salida (batería) del alternador.

#### **2.2.9 Signos de Problemas**

Los signos de problemas en el sistema de carga de un vehículo pueden incluir:

- a) Luces de advertencia encendida relacionadas con la batería o el sistema de carga, como la luz de la batería o la luz de "Check Engine", puede ser un indicio de problemas en el sistema de carga.
- b) Dificultades para arrancar el vehículo, especialmente si se experimenta un arranque lento o intermitente, pueden señalar problemas en el sistema de carga.
- c) Si se observan fallos en los sistemas eléctricos del vehículo, como luces tenues, ventanas que se mueven lentamente o problemas con los sistemas de entretenimiento, es posible que haya problemas en el sistema de carga.
- d) Un olor a quemado, especialmente cerca del alternador, puede indicar problemas en el sistema de carga.
- e) La medición de una tensión inusualmente alta o baja en la batería con un multímetro puede ser un signo de problemas en el sistema de carga.
- f) Es importante abordar estos signos de problemas de manera oportuna para evitar daños mayores en el sistema de carga del vehículo.

#### ***2.2.10 Técnicas de Diagnóstico del Sistema de Carga en el Vehículo***

Antes de pasar a realizar cualquier tipo de manipulación o inspección del circuito de carga se recomienda lo siguiente:

- a) Usar gafas de protección.
- b) No usar reloj o pulseras metálicas cuando se brinda servicio a las baterías, podría provocar cortocircuito por accidente entre la terminal positiva de batería con la carrocería.
- c) Verificar y confirmar la correcta polaridad (positivo y negativo) de la batería de emergencia antes de conectar sus cables a otro sistema, como otra batería o un dispositivo. Conectar el cable positivo primero; luego de hacer la última conexión a tierra en la carrocería del vehículo de auxilio de manera que el arco eléctrico (chispa)

no pueda inflamar el gas de hidrógeno que pueda haberse acumulado cerca de la batería, usar una conexión momentánea de la batería de auxilio con la polaridad invertida dañará los diodos del alternador, desconecte ambos cables de la batería del vehículo antes de intentar cargar una batería. Nunca conectar a tierra la salida del alternador o del generador al terminal de la batería. Ser cauteloso cuando utilice herramientas metálicas alrededor de la batería para evitar crear un cortocircuito entre los terminales.

### ***2.2.10.1 Técnicas de Diagnóstico del Sistema de Carga en el Vehículo.***

Para diagnosticar las fallas en el sistema de carga de un vehículo, se describen los siguientes procedimientos técnicos:

- a. Verificar el estado del alternador y la batería. Para ello, se puede usar un multímetro y medir la tensión de la batería, comprobando también si el alternador está realizando la carga de forma correcta.
- b. Hacer una inspección visual de los componentes del sistema de carga, revisando cables, terminales y fusibles en busca de signo de desgaste, corrosión o daño que puede ser una señal de fallas en el sistema.
- c. Si con el diagnóstico inicial no se encuentra la falla, es más seguro es acudir con el técnico especializado, ya que diagnosticar el sistema de carga requiere conocimientos y procedimientos específicos.
- d. Llenar la ficha técnica de diagnóstico detallado que describa las condiciones operativas del sistema de carga y las fallas detectadas. Este documento no solo facilita la comunicación con el cliente, sino que también permite mantener un registro preciso para el historial del vehículo.

Al aplicar estos pasos, es posible diagnosticar de forma precisa las fallas en el sistema de carga de un vehículo, lo que facilita encontrar la causa y resolver el problema de manera rápida y efectiva.

#### ***2.2.10.2 Técnicas de Diagnóstico de Banco.***

Para llevar a cabo las pruebas y ajustes de banco de un alternador, es fundamental seguir una secuencia de pasos que garanticen su correcta instalación, verificación y calibración. A continuación, se presentan las indicaciones generales, elaboradas a partir de la información técnica del manual:

*a.* Revisión Técnica del Alternador:

- Revisar visualmente todos los componentes del alternador, como el rotor, el estator, el regulador de voltaje y los diodos, verificando que no presenten daños visibles ni signos de desgaste excesivo.
- Usar un multímetro para medir la continuidad y la resistencia de los elementos eléctricos del alternador. Complementar con pruebas de carga para confirmar que el equipo está generando la corriente necesaria de forma correcta.

*b.* Material de Instalación del Alternador:

Verificar que todos los componentes necesarios para la instalación estén completos y en buen estado. Esto incluye la alineación correcta de las poleas, el ajuste de la tensión de la correa y la conexión de los cables eléctricos según el esquema del fabricante.

Seguir el procedimiento indicado para montar el alternador en el motor, asegurando un ajuste correcto y seguro.

*c.* Ajustes y Pruebas Finales:

- Utilizar una herramienta de tensión de correa para ajustar la correa del alternador a la tensión especificada por el fabricante. Una correa demasiado floja puede causar deslizamiento, mientras que una correa demasiado tensa puede dañar los rodamientos del alternador.
- Después de la instalación, arrancar el motor y utilizar un multímetro para verificar que el alternador está cargando correctamente la batería. Comprobar que el voltaje de salida está dentro del rango especificado (generalmente entre 13.5 y 14.5 voltios).

#### ***2.2.10.3 Mantenimiento Preventivo y Correctivo:***

- a. *Inspección Regular.* Realizar inspecciones periódicas del alternador y sus componentes para detectar signos de desgaste o daño. Esto incluye revisar la tensión de la correa y la limpieza de las conexiones eléctricas.
- b. *Reemplazo de Componentes.* Sustituir cualquier componente defectuoso o desgastado según sea necesario para mantener el alternador en óptimas condiciones de funcionamiento.

#### ***2.2.11 Procedimientos de Desmontaje de un Alternador de Motor Diesel Toyota 2L***

Desmontar un alternador de un motor Diesel Toyota 2L requiere seguir una serie de pasos específicos para asegurar que el proceso se realice de manera segura y eficiente. A continuación, se describen los procedimientos técnicos basados en la información disponible:

Preparación Inicial:

***Desconectar la Batería:*** Antes de comenzar, asegúrate de desconectar el terminal negativo de la batería para evitar cualquier riesgo de cortocircuito o descarga eléctrica.

**Acceso al Alternador:** Retira cualquier componente que pueda obstruir el acceso al alternador, como cubiertas del motor o componentes del sistema de admisión.

#### **2.2.11.1 Desmontaje del Alternador:**

**Aflojar la Correa del Alternador.** Utiliza una llave de tensión para aflojar la correa del alternador. Esto generalmente implica aflojar el tornillo de ajuste y mover el alternador para liberar la tensión de la correa.

**Retirar la Correa.** Una vez que la correa esté floja, retírala del alternador y de las poleas asociadas.

**Desconectar los Cables Eléctricos.** Desconecta todos los cables eléctricos conectados al alternador. Esto incluye el cable de alimentación principal y cualquier cable de señal o de tierra. Asegúrate de recordar o marcar la ubicación de cada cable para facilitar el montaje posterior.

**Retirar los Tornillos de Montaje.** Utiliza una llave adecuada para retirar los tornillos que fijan el alternador al motor. Generalmente, hay dos o tres tornillos que deben ser removidos.

**Retirar el Alternador.** Una vez que los tornillos estén retirados, extrae el alternador del motor con cuidado.

#### **2.2.11.2 Inspección y Limpieza del Alternador:**

**Inspección Visual.** Inspecciona el alternador y sus componentes en busca de signos de desgaste o daño. Verifica el estado de los rodamientos, las escobillas y el regulador de voltaje.

***Limpieza de Componentes.*** Limpia todas las piezas con un disolvente adecuado para eliminar cualquier suciedad o residuo acumulado. Esto es especialmente importante si planeas reconstruir o reparar el alternador

### ***2.2.11.3 Reemplazo o Reparación:***

***Reemplazo de Componentes Desgastados.*** Si encuentras componentes desgastados o dañados, reemplázalos según sea necesario. Esto puede incluir escobillas, rodamientos o el regulador de voltaje.

***Reensamblaje del Alternador.*** Si estás reconstruyendo el alternador, sigue los pasos inversos para reensamblar todas las piezas. Asegúrate de que todos los componentes estén correctamente alineados y ajustados.

### ***2.2.11.4 Montaje del Alternador:***

***Colocar el Alternador en su Lugar.*** Coloca el alternador en su posición original en el motor y asegúralo con los tornillos de montaje. Aprieta los tornillos de manera uniforme para asegurar una fijación adecuada.

***Reconectar los Cables Eléctricos.*** Vuelve a conectar todos los cables eléctricos al alternador, asegurándote de que cada cable esté en su posición correcta.

***Instalar la Correa del Alternador.*** Coloca la correa del alternador en las poleas y ajusta la tensión de la correa utilizando la llave de tensión. Asegúrate de que la correa esté correctamente alineada y tenga la tensión adecuada.

***Reconectar la Batería.*** Finalmente, reconecta el terminal negativo de la batería.

### ***2.2.12 Circuito del Sistema de Arranque: Evolución y Funcionamiento***

“En los primeros tiempos del automóvil, conseguir la puesta en marcha de un motor de cuatro tiempos era un problema considerable, pues precisaba para ello de un régimen de cerca de 200 revoluciones por minuto” (López, 1987, p. 403).

El proceso de poner en marcha un motor de combustión interna de cuatro tiempos ha experimentado una notable evolución tecnológica a lo largo del tiempo. En los primeros años del desarrollo automotriz, lograr que el motor alcanzara un régimen de aproximadamente 200 revoluciones por minuto representaba un desafío significativo.

#### ***2.2.12.1 Dispositivos Iniciales***

Siguiendo con la información de López, el primer intento de aplicar un sistema de asistencia en el arranque del motor consistió en el uso de una manivela manual acoplada al extremo del cigüeñal. Este mecanismo exigía un esfuerzo físico directamente relacionado con la cilindrada y el número de cilindros del motor. Aunque cumplía su función, presentaba desventajas importantes: era incómodo de usar y, en manos inexpertas, los retrocesos del motor podían resultar peligrosos. Para reducir estos inconvenientes, se desarrollaron sistemas alternativos. Uno de ellos consistía en un motor auxiliar accionado por aire comprimido y alimentado con gas acetileno. Sin embargo, la alta reactividad de este gas incrementaba considerablemente el riesgo de explosiones, lo que convertía al sistema en una opción poco segura.

#### ***2.2.12.2 Introducción del Motor Eléctrico de Arranque***

López señala que la incorporación del motor eléctrico de arranque representó un gran avance en seguridad, comodidad y eficiencia. Este sistema dejó atrás las

dificultades y riesgos de los métodos de arranque de motor mecánicos anteriores, ofreciendo una solución práctica y confiable. En la actualidad, todos los automóviles cuentan con este mecanismo de arranque, lo que ha mejorado notablemente su maniobrabilidad y facilidad de uso (López, J. M., 1987).

### ***2.2.13 Componentes del Circuito de Arranque***

Los elementos básicos que conforman el circuito eléctrico de arranque son:

1. **Batería:** Acumulador eléctrico que alimenta de corriente al sistema de arranque.
2. **Interruptor de arranque:** Permite la activación del circuito mediante el accionamiento del usuario.
3. **Conmutador:** Responsable de dirigir la corriente eléctrica al motor de arranque.
4. **Motor eléctrico:** Convierte la energía eléctrica en energía mecánica para iniciar la rotación del cigüeñal.

Este sistema ofrece prestaciones sobresalientes al garantizar una puesta en marcha rápida y eficiente del motor, contribuyendo al desempeño óptimo de los vehículos modernos (López, 1987).

### ***2.2.14 Funcionamiento del Motor de Arranque***

Desde la descripción que realizó López (1987) y hasta la actualidad, en motores básicos, cuando el motor del automóvil está detenido, el proceso de activación del motor de arranque se inicia al accionar el interruptor de arranque. Esto permite que la corriente procedente de la batería fluya hacia el solenoide (o conmutador) hacia el motor de arranque. El solenoide desplaza una palanca que, a su vez, mueve el inducido del motor de arranque. En el extremo del inducido se encuentra un piñón, que engrana con la corona dentada del cigüeñal en esta posición, transfiriéndole el movimiento rotatorio necesario para alcanzar

aproximadamente 200 revoluciones por minuto, valor requerido para que el motor principal del automóvil comience a funcionar.

Una vez que el motor del vehículo se pone en marcha, el conductor deja de accionar el interruptor de arranque, interrumpiendo el flujo de corriente hacia el conmutador. Esto provoca que la palanca del motor de arranque retroceda, desengranando el piñón de la corona y deteniendo el motor de arranque, que deja de recibir corriente.

### ***2.2.15 Características del Motor de Arranque***

Los motores de arranque son dispositivos eléctricos de corriente continua conectados en serie. Su función principal es convertir la energía eléctrica en movimiento rotacional mediante principios electromagnéticos. Comparte similitudes fundamentales con una dinamo, aunque presenta ciertas diferencias específicas:

1. **Componentes complementarios:** Incluye elementos adicionales como el conmutador electromagnético y el mecanismo Béndix.
2. **Construcción robusta:** Está diseñado para soportar un consumo de corriente variable extremadamente elevado durante el momento de arranque. Este diseño permite absorber altos niveles de amperaje con rapidez y mínima resistencia.

En el instante del arranque, el motor de arranque consume una intensidad de corriente que puede alcanzar hasta **300 amperios**. Una vez que el cigüeñal comienza a girar, el consumo disminuye progresivamente hasta valores cercanos a **40 amperios**, acompañados de una caída de tensión en la batería (López, 1987).

### ***2.2.16 Estructura y Partes Principales del Motor de Arranque***

El motor de arranque tiene una construcción robusta y está compuesto por los siguientes elementos principales:

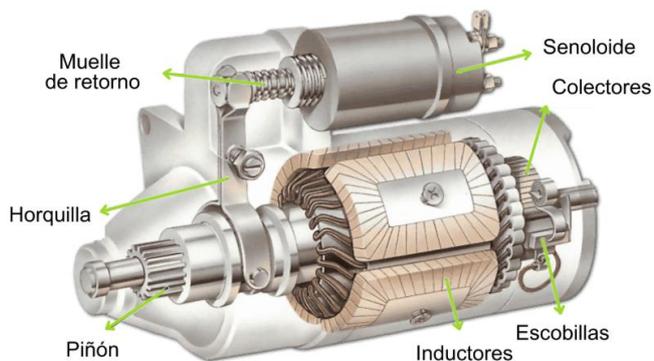
1. **Carcasa:** Contiene las masas polares y las bobinas inductoras.
2. **Interruptor magnético o solenoide:** Activa y desactiva el motor de arranque.
3. **Colector y escobillas:** El colector permite el paso de corriente, y las escobillas de grafito y cobre aseguran el contacto eléctrico.
4. **Tapa lateral:** Proporciona soporte estructural.
5. **Inducido y mecanismo de piñón de arrastre:** Transfiere el movimiento rotatorio al cigüeñal.

Los motores de arranque suelen tener **cuatro polos magnéticos**, con un entrehierro de **2.5 a 5 décimas de milímetro**, y un número reducido de espiras gruesas en el arrollamiento inductor. Las escobillas, instaladas en paralelo en configuraciones de dos en dos, garantizan un contacto eléctrico eficiente durante el funcionamiento.

**Figura 13**

*Motor de Arranque Seccionado*

### COMPOSICIÓN DEL MOTOR DE ARRANQUE



*Nota:* Muestra de motor eléctrico de mayor aceptación en la industria automotor. Tomado de *Taller, Manual práctico del automóvil, Electricidad* (p. 407), por Lopez, J. M., 1987, Cultural S. A.

## **Capítulo III**

### **Marco teórico**

### **3.1 Finalidad**

La finalidad de este trabajo de aplicación profesional es la recuperación del vehículo Toyota Hilux, enfocándose en la reparación y mantenimiento del motor y los sistemas asociados para asegurar su correcto funcionamiento conforme a las especificaciones técnicas del fabricante y la normativa vigente. El propósito específico del trabajo presentado es aplicar técnicas de mantenimiento y reparación a los sistemas de carga y arranque como parte del esfuerzo integral para devolver el vehículo a un estado operativo, es decir, restaurar la operatividad del motor, logrando que vuelva a estar en condiciones de funcionamiento. Para lograrlo, se realizará la reparación y ajuste de los sistemas de carga y arranque, garantizando su correcto desempeño y permitiendo que el vehículo vuelva a estar plenamente operativo para su uso habitual.

### **3.2 Propósito**

Aplicar técnicas actuales de mantenimiento y reparación en el sistema de carga del Toyota Hilux, con el objetivo de restablecer su capacidad y asegurar un funcionamiento óptimo del vehículo.

De igual forma, intervenir el sistema de arranque utilizando procedimientos vigentes que garanticen un encendido eficiente y confiable del motor, se contribuye a la recuperación total de la unidad.

### **3.3 Componentes**

Una vez alcanzados los objetivos planteados, los resultados y componentes obtenidos del trabajo de aplicación pueden presentarse de la siguiente manera:

Resultados del mantenimiento del sistema de carga motor 2L:

- Informe de la ficha de procedimientos técnicos: Documento detallado que describe las técnicas vigentes de mantenimiento y reparación aplicadas al sistema de carga del Toyota Hilux. Incluye procedimientos, diagnósticos, y ajustes realizados.
- Informe de recuperación del sistema de carga: Evaluación final que confirma que el sistema de carga ha sido restaurado a su condición óptima y está funcionando de acuerdo con las especificaciones del fabricante.

Resultado del mantenimiento del sistema de arranque:

- Manual de reparación del sistema de arranque: Guía que documenta las técnicas utilizadas para la reparación y mantenimiento del sistema de arranque. Incluye pasos detallados, herramientas necesarias y recomendaciones para futuros mantenimientos.
- Informe de recuperación del sistema de arranque: Documento que valida que el sistema de arranque ha sido reparado y está operando correctamente, asegurando el arranque eficiente y confiable del motor.

Estos resultados demuestran que los propósitos del trabajo de aplicación se han alcanzado al proporcionar documentación técnica y evaluaciones finales que confirman la efectividad de las reparaciones y el estado operativo del vehículo.

### **3.4 Actividades**

Para la recuperación del vehículo se han distribuido diferentes trabajos de aplicación, por la gravedad de la conservación del mismo, entre los diferentes sistemas comprometidos decidimos optar por reparar los sistemas de carga y arranque, para lo cual planificamos diferentes actividades con el fin de cumplir con los objetivos trazados como una iniciativa de contribuir con la institución.

Las actividades se desarrollaron en el taller de motores del IESTPFFAA: Primero, revisamos los cables de la batería. Verificamos que estuvieran conectados correctamente a

los terminales positivo y negativo. Luego, se instaló una batería del taller previamente cargada.

A continuación, inspeccionamos los enlaces fusibles y los fusibles. Con el multímetro en mano, se comprobó la continuidad para supervisar que los resultados fueran los esperados. Se encontró deficiencia en la continuidad de los cables que corresponden al sistema.

#### **Figura 14**

*Alternador Toyota 2L*



Luego nos enfocamos en la correa de transmisión. En principio se decide cambiar por deterioro.

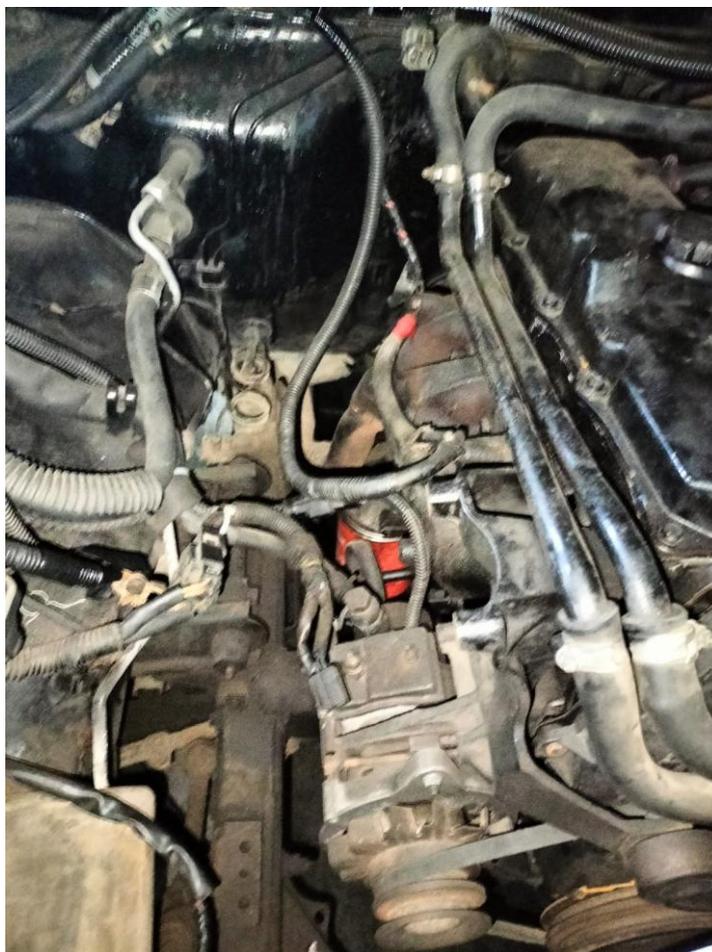
Finalmente, revisamos el cableado del alternador. Fue notoria la resequedad de los recubrimientos y conectores, los que fueron sometidos al limpiado de, en especial, arneses y puntos de contacto.

### 3.4.1 *Desmontaje de alternador*

El proceso de desmontaje del alternador comenzó con la extracción de la bomba de vacío. Para ello, retiramos cuidadosamente los tres pernos que la mantenían en su posición, permitiendo así desmontar tanto la bomba como la junta tórica que la acompañaba. Este primer paso nos permitió acceder a los componentes internos del alternador con mayor facilidad.

**Figura 15**

*Ubicación del Alternador*



A continuación, procedimos a retirar la cubierta de la porta escobillas, dado que el alternador contaba con un regulador IC. Para ello, quitamos las dos tuercas, el aislante del terminal, la arandela de goma y finalmente la cubierta. Este proceso nos dejó el acceso libre a la porta escobillas y al regulador IC.

El siguiente paso fue desmontar el portaescobillas junto con el regulador IC. Se retiró el tornillo que conectaba el cable azul y se desconectó con cuidado. Luego, se extrajo el portaescobillas del portarectificador. Adicionalmente, removimos el tornillo que aseguraba el cable conductor, y finalmente separamos el regulador IC del portaescobillas desmontando los dos tornillos restantes.

Continuamos con la extracción del marco del extremo de transmisión, que aún estaba unido al rotor del estator. Con la ayuda de un martillo de plástico, se golpeó ligeramente el eje del rotor para liberar el marco sin causar daños. Este paso requería tener mucho cuidado, ya que los componentes estaban ajustados con precisión.

Después, nos concentramos en la polea y el ventilador. Montamos el rotor en una prensa de mordaza blanda para evitar deformaciones y retiramos la tuerca de la polea, la arandela elástica y el ventilador. Con todo desmontado, procedimos a separar el rotor utilizando una llave de tubo y una prensa para liberar el anillo espaciador, el collar y, finalmente, el rotor en sí. También se removió el anillo elástico del eje del rotor.

Finalmente, se trabajó en el estator y el soporte del rectificador. Primero, se retiraron las dos tapas de goma que protegían los terminales, luego las cuatro tuercas y los dos aisladores. El estator y el soporte del rectificador se extrajeron juntos como una sola pieza. Después, se quitaron los aisladores y collares de los pernos y, con ayuda de alicates de punta fina, se desoldaron con cuidado los cables del estator, evitando que el calor dañara los rectificadores.

Todo el desmontaje se realizó con especial cuidado, siguiendo las precauciones necesarias para mantener la integridad de las piezas y asegurar un mantenimiento adecuado del alternador.

### ***3.4.2 Inspección del rotor***

Se inspeccionó el rotor del alternador verificando la presencia de posibles circuitos abiertos con un ohmímetro. Se midió la continuidad entre los anillos colectores, comprobando que la resistencia estuviera dentro de los valores especificados:  $4,0 \Omega$  para modelos sin regulador IC y  $2,9 \Omega$  para aquellos con regulador IC. Asimismo, se confirmó que no hubiera continuidad entre las delgas adyacentes ni conexión a tierra.

### ***3.4.3 Inspección del estator***

Se inició la inspección del estator verificando la posible presencia de un circuito abierto. Para ello, se utilizó un ohmímetro y se midió la continuidad entre los cables de la bobina. Cabe destacar que, en esta etapa, los cables de reunión deben estar unidos mediante soldadura. En caso de no detectarse continuidad, se concluyó que el estator debía ser reemplazado.

A continuación, realizamos una inspección para corroborar de que no hubiera conexión a tierra. Con el ohmímetro, comprobamos que no hubiese continuidad entre los cables de la bobina y el núcleo del estator. Si encontrábamos continuidad, también era necesario reemplazar el estator para garantizar su funcionamiento adecuado.

### ***3.4.4 Inspección la longitud del cepillo***

Medimos la longitud del cepillo con una escala, verificando que fuera de 20 mm (longitud estándar) y no inferior a 5,5 mm (longitud mínima). Era más corto, reemplazamos el cepillo.

**Figura 16**

*Longitud de escobillas en la porta escobilla*



*Nota:* Extraído <https://www.ximengperu.com/product-page/porta-cepillos-6273>

Para sustituirlo, desoldamos y retiramos la escobilla y el resorte. Insertamos el alambre del cepillo en el resorte y lo colocamos en la porta escobillas; luego soldamos el cable a la longitud estándar de 20 mm. Comprobamos que el cepillo se moviera suavemente y cortamos el exceso de cable.

#### **3.4.5 Inspeccione el cojinete**

Inspeccionamos el cojinete, buscando asperezas en su superficie. Si encontramos que estaba áspero, procedimos a reemplazarlo.

Para retirar las piezas, comenzamos por quitar tres tornillos. Luego, retiramos la cubierta de fieltro No. 2, el fieltro, el retenedor, el cojinete, la cubierta de fieltro No. 1 y otro fieltro más.

Al momento de instalar las nuevas piezas, comenzamos con el fieltro, seguido por la funda de fieltro No. 1. Si era necesario, golpeamos ligeramente el cojinete con un martillo de cara plástica para colocarlo correctamente. Luego, instalamos el retenedor, el fieltro, la cubierta de fieltro No. 2 y finalmente los tres tornillos.

### **3.4.6 Armado del alternador**

Para el montaje del alternador, realizamos los siguientes pasos:

1. Soldamos los cables del estator al soporte del rectificador, asegurándonos de proteger los rectificadores del calor. Colocamos los aisladores terminales y collares en los pernos, y luego instalamos el marco del extremo del rectificador, verificando que los cables no toquen la carcasa. Colocamos los aisladores terminales externos y conectamos el cable conductor del condensador de supresión de ruido.
2. Instalamos el rotor colocando el anillo de retención y el anillo espaciador en el eje del rotor, luego presionamos el rotor con una prensa.
3. Montamos el ventilador y la polea sobre el eje, deslizándolos con la arandela elástica, e instalamos y ajustamos la tuerca de la polea.
4. Armamos el marco del extremo de transmisión y rectificador, ensamblando ambos marcos e instalando tres pernos pasantes. Verificamos que el rotor girara suavemente.
5. Instalamos la porta escobillas con la tuerca correspondiente y conectamos los cables al terminal B.
6. Instalamos el regulador IC en la porta escobillas, asegurándonos de fijarlo con los dos tornillos y conectando los cables blanco y azul.
7. Colocamos la cubierta de la porta escobillas en el marco del rectificador, instalando los aisladores del terminal y las tuercas.
8. Instalamos la bomba de vacío, colocando una nueva junta tórica en el marco del rectificador y fijando la bomba con tres pernos, ajustándolos a un par de 80 kg-cm.

9. Inspeccionamos el regulador del alternador desconectándolo, revisando las superficies en busca de daños, y midiendo la resistencia entre los terminales IG y F con un ohmímetro, para asegurar que la resistencia fuera la correcta.
10. Ajustamos la tensión del regulador para que estuviera entre 13,8 y 14,8 V, y la tensión del relé de voltaje entre 4,0 y 5,8 V.
11. Inspeccionamos el relé de luz de carga, aplicando voltaje de batería entre los terminales y verificando la continuidad en los puntos correspondientes.
12. Comprobamos el relé principal usando un ohmímetro para verificar la continuidad de los terminales y aplicando voltaje de batería para confirmar que la continuidad fuera la adecuada.

Si alguna de las verificaciones no cumplía con las especificaciones, reemplazamos las piezas defectuosas.

#### ***3.4.7 Prueba de funcionamiento del sistema de carga***

Para verificar la efectividad del sistema de carga procedimos a realizar la inspección del circuito de luz de carga del vehículo, siguiendo las pautas establecidas para garantizar su correcto funcionamiento.

Se calentó el motor y, al apagarlo, se comprobó que los accesorios estuvieran desconectados. Con el interruptor de arranque en posición “ON”, la luz de carga se iluminó como estaba previsto. Tras arrancar, la luz se apagó, señal de que el sistema cargaba correctamente. Durante la prueba se observó el tablero y el sonido del motor, listos para intervenir si aparecía alguna anomalía.

Posteriormente, procedimos a inspeccionar el circuito de carga sin carga. Para ello, utilizamos un probador de batería/alternador y seguimos cuidadosamente las instrucciones del fabricante para realizar las conexiones adecuadas. Cuando el equipo especializado no

estaba disponible, optamos por la prueba manual. Desconectamos el cable del terminal B del alternador y lo conectamos al terminal negativo del amperímetro, asegurándonos de establecer las conexiones correctas también con el voltímetro.

Con el motor trabajando a diferentes revoluciones, se tomaron las lecturas del amperímetro y del voltímetro. El amperaje se mantuvo por debajo de 10 A y el voltaje osciló entre 13,8 y 14,4 V, lo que indicó un funcionamiento normal del sistema. Se dejó registrado que, si el voltaje superaba este rango, se reemplazaría el regulador IC, y si quedaba por debajo, se realizaría una revisión de banco más minucioso del alternador.

Al detectar un voltaje menor al esperado, se retiró la tapa del portaescobillas y se reconectó el cable al terminal B. Con la batería previamente desconectada por seguridad, se puso en marcha el motor con el terminal F conectado a tierra. Con esta prueba se pudo determinar si la falla provenía del regulador IC o del alternador, y se procedió según el resultado.

Finalmente, realizamos una prueba del circuito de carga con carga. Con el motor funcionando a 2000 rpm, encendimos las luces altas y configuramos el ventilador de calefacción en su nivel máximo. El amperímetro mostró una lectura superior a 30 A, confirmando que el alternador estaba en buen estado. Consideramos también que, si la batería estuviera completamente cargada, el amperaje podría ser menor sin que ello indicara una falla.

Al concluir la inspección, verificamos que el circuito de luz de carga y el sistema eléctrico del vehículo estaban en óptimas condiciones. La atención a cada detalle y el trabajo en equipo nos aseguraron un resultado satisfactorio, dejando el vehículo listo para su uso sin problemas eléctricos.

### 3.4.8 *Desmontaje, inspecciones, pruebas y montaje del motor de arranque*

#### 3.4.8.1 *Desmontaje del motor de arranque (arrancador):*

Se procedió con el desmontaje del motor de arranque de la siguiente manera:

- a. Primero, retiramos el marco de campo con la inducción del interruptor magnético. Comenzamos por quitar la tuerca y desconectar el cable conductor del terminal del interruptor magnético. Luego, desatornillamos los dos pernos, retiramos las arandelas de placa y las juntas tóricas, y extraímos el bastidor del campo junto con la armadura. Finalmente, retiramos la junta tórica del marco de campo.
- b. A continuación, retiramos la carcasa del motor de arranque, el engranaje de ralentí y el engranaje de piñón con el conjunto del embrague. Primero, desatornillamos los dos tornillos. Luego, extraemos la carcasa de arranque con el conjunto de embrague, el resorte de retorno, el engranaje inactivo, el cojinete y el engranaje de piñón.
- c. Para continuar, retiramos la bola de acero utilizando un dedo magnético, lo cual nos permitió extraerla del orificio del eje del embrague.

#### **Figura 17**

*Arrancador desmontado para la supervisión de accesorios*



*Nota:* Sujetando el conjunto inductor e inducido del motor eléctrico.

- d. Finalmente, procedimos a retirar las escobillas y la porta escobillas. Con un destornillador, sujetamos el resorte del cepillo hacia atrás y retiramos los cuatro cepillos de la porta escobillas. Posteriormente, quitamos la porta escobillas del marco de campo y, por último, retiramos la armadura del marco de campo.

### **3.4.9 Inspección de banco**

#### **3.4.9.1 Inspección de la Bobina de la armadura.**

Procedemos a inspeccionar la bobina de la armadura en dos pasos:

- a. Primero, verificamos si hay circuito abierto en el conmutador. Usamos un ohmímetro para comprobar que haya continuidad entre los segmentos del conmutador. Si no encontramos continuidad, reemplazamos la armadura.
- b. Luego, inspeccionamos si hay conexión a tierra en el conmutador. Utilizamos el ohmímetro para asegurarnos de que no haya continuidad entre el conmutador y el núcleo de la bobina del inducido. Si detectamos continuidad, reemplazamos la armadura.

#### **3.4.9.2 Inspección del conmutador.**

Inspeccionamos el conmutador del motor de arranque siguiendo estos pasos:

- a. Estado de la superficie: Revisamos si está sucio o quemado. En caso de que lo esté, limpiamos o corregimos la superficie con papel de lija n.º 400 o un torno.
- b. Descentramiento del círculo: Verificamos que el descentramiento no supere los 0,05 mm (0,0020 pulg.). Si es mayor, lo corregimos utilizando un torno.

- c. **Diámetro del conmutador:** Medimos el diámetro y lo comparamos con los valores estándar:
- Tipo 2,0 kW: **35 mm (1,38 pulg.)** estándar, mínimo **34 mm (1,34 pulg.)**.
  - Tipo 2,5 kW: **36 mm (1,42 pulg.)** estándar, mínimo **35 mm (1,38 pulg.)**. Si el diámetro está por debajo del mínimo, reemplazamos la armadura.
  - Profundidad del corte: Confirmamos que esté limpia y sin partículas, y que tenga una profundidad entre **0,7 y 0,9 mm (0,028-0,035 pulg.)**, con un mínimo de **0,2 mm (0,008 pulg.)**. Si la profundidad es menor, corregimos con una hoja de sierra para metales.<sup>oo</sup>

#### **3.4.9.3 Inspección de la Bobina de Campo:**

Para inspeccionar la bobina de campo del motor de arranque, seguimos estos pasos:

- a. **Verificación de continuidad:** Utilizamos un ohmímetro para comprobar que haya continuidad entre el cable conductor y el cable de la escobilla de la bobina de campo. Si no detectamos continuidad, sustituimos la bobina de campo.
  - b. **Revisión de conexión a tierra:** Con el mismo instrumento, verificamos que no exista continuidad entre el cable conductor y el marco de campo. Si encontramos continuidad, procedemos a reparar o reemplazar la bobina de campo según sea necesario.
- Inspección de las Escobillas.** Para inspeccionar las escobillas, medimos su longitud y la comparamos con las especificaciones. La longitud estándar de las escobillas es de 15,0 a 15,5 mm (0,591-0,610 pulg.), mientras que la longitud mínima permitida es de 9,5 mm

(0,374 pulg.). Si la longitud de las escobillas es menor que el límite mínimo, reemplazamos el marco de campo y/o la porta escobillas según sea necesario.

#### ***3.4.9.4 Inspección de Resortes de escobillas:***

Para inspeccionar los resortes de las escobillas, verificamos la carga que ejercen sobre las escobillas. Utilizamos una escala de tracción y registramos la lectura en el momento exacto en que el resorte se separa de la escobilla. La carga instalada del resorte debe estar dentro del rango de 2,7 a 3,3 kg (6,0-7,3 lb o 26-32 N). Si la carga no cumple con estas especificaciones, procedemos a ajustar o reemplazar el resorte según sea necesario.

#### ***3.4.9.5 Inspección de portaescobillas***

Para inspeccionar el portaescobillas, verificamos el estado de su aislamiento. Usamos un ohmímetro para confirmar que no haya continuidad entre los portaescobillas positivo y negativo. Si se detecta continuidad, procedemos a reparar o reemplazar el portaescobillas según sea necesario para garantizar su correcto funcionamiento.

#### ***3.4.9.6 Inspección del piñón de engrane.***

Para inspeccionar y sustituir el piñón de engrane, seguimos estos pasos:

- a. **Inspección del estado del engranaje:** Verificamos los dientes del piñón, el engranaje loco y el conjunto del embrague para detectar desgaste o daños. Si es necesario, reemplazamos las piezas afectadas y revisamos el engranaje anular del volante.

- b. **Revisión del embrague:** Comprobamos que el piñón gire libremente en el sentido de las agujas del reloj y que se bloquee al girarlo en sentido contrario. Si el embrague hubiese presentado fallas, procederíamos a reemplazarlo de acuerdo a las indicaciones del fabricante.

### **Figura 18**

#### *Revisión del Piñón de Engrane*



*Nota:* Los dientes del engranaje tienen poco desgaste, lo que refiere otro periodo de funcionamiento.

#### **3.4.9.7 Inspección de cojinetes o rodamientos.**

Para inspeccionar los cojinetes del motor de arranque, seguimos este procedimiento:

- a. **Revisión del estado de los cojinetes.** Giramos cada cojinete manualmente mientras aplicamos presión hacia adentro con la intención de detectar resistencia o algún atasco, detectado estos inconvenientes, decidimos reemplazar el cojinete.
- b. Reemplazo de los cojinetes:
- Utilizamos herramientas especializadas para extraer los cojinetes del eje de la armadura y del lado opuesto.

- Los nuevos cojinetes se montaron en el eje con el apoyo de una prensa. Durante el proceso, se verificó la alineación y que quedaran ajustados a su posición final.

Este proceso asegurará que los cojinetes giren concéntrico y en condiciones de funcionamiento eficiente del motor de arranque.

#### ***3.4.9.8 Prueba de interruptor magnético:***

Para realizar la prueba del interruptor magnético, seguimos estos pasos:

- a. **Prueba de la bobina de tracción.** Se utilizó un ohmímetro para comprobar la continuidad entre los terminales 50 y C. La lectura fue estable y dentro del rango esperado; de no haberse detectado continuidad, se habría procedido al reemplazo del interruptor magnético.
- b. **Prueba de la bobina de retención.** Con un ohmímetro, se midió la continuidad entre el terminal 50 y el cuerpo del interruptor magnético. La lectura se mantuvo estable dentro del rango esperado; de no haberse detectado continuidad, se habría procedido al reemplazo del interruptor.

Estas pruebas nos permitieron confirmar el funcionamiento correcto del solenoide para decidir su reemplazo.

#### ***3.4.9.9 Montaje del motor de arranque:***

Para el montaje del motor de arranque, seguimos un proceso detallado y cuidadoso:

- a. **Colocación de la armadura.** Aplicamos grasa a los cojinetes de la armadura y luego se insertó en el marco del campo, verificando que la instalación quedara bien asentada y alineada.
- b. **Instalación del portacepillos y los cepillos:** Colocamos la porta escobillas en el eje de la armadura, alineando su pestaña con la muesca correspondiente del marco de campo. Con un destornillador, sujetamos el resorte del cepillo hacia atrás y colocamos cada uno de los cuatro cepillos en la porta escobillas. Verificamos que los cables conductores positivos no estén conectados a tierra.
- c. **Colocación de la bola de acero.** Aplicamos grasa sintética a la bola de acero y la insertamos cuidadosamente en el orificio del eje del embrague.
- d. **Montaje de componentes internos.** Instalamos el engranaje de giro, el cojinete, el engranaje de piñón y el resorte de retorno dentro de la carcasa del motor de arranque y el conjunto del interruptor magnético.
- e. **Colocación de la carcasa del motor de arranque.** Unimos la carcasa del motor de arranque al conjunto del interruptor magnético utilizando dos tornillos, asegurándonos de que todo quede bien ajustado.

**Figura 19**

*Tapa del Motor de Arranque*



f. Ensamblaje final:

- Colocamos la junta tórica en el marco del campo. Luego, alineamos el anclaje del perno del marco de campo con la marca en el conjunto del interruptor magnético e insertamos el marco de campo con la armadura. Aseguramos la instalación con dos pernos, arandelas de placa y juntas tóricas. Finalmente, conectamos el cable conductor al terminal del interruptor magnético.
- De esta manera, completamos el montaje del motor de arranque, garantizando que cada componente esté correctamente instalado para su óptimo funcionamiento.

#### ***3.4.9.10 Prueba de rendimiento del motor de arranque.***

Para realizar la prueba de rendimiento del motor de arranque, seguimos los siguientes pasos:

- a. **Prueba de atrapamiento:** Se desconectó el cable conductor del terminal C y se conectó una batería de 12 V al interruptor magnético. Se verificó que el émbolo se desplazara completamente hacia afuera en un tiempo aproximado

de 1 a 2 segundos. Si no se producía el movimiento, se consideraba como posible causa un fallo interno del interruptor magnético por desgaste del muelle de retorno o sulfatación de los contactos, en cuyo caso se procedía a su reemplazo.

- b. **Prueba de retención:** Con el émbolo en posición extendida, se desconectó el cable negativo del terminal C y se observó que permaneciera en esa posición durante al menos 3 segundos. Si el émbolo regresaba hacia adentro, se consideraba posible desgaste en el muelle de retención o pérdida de fuerza en la bobina de retención, por lo que se procedía al reemplazo del interruptor magnético.
- c. **Inspección del retorno del émbolo:** Desconectamos el cable negativo del cuerpo del interruptor y verificamos que el émbolo vuelva hacia adentro. Si no regresa, reemplazamos el interruptor magnético.
- d. **Prueba de rendimiento sin carga:** Conectamos el cable conductor al terminal C, luego conectamos la batería y un amperímetro al arrancador. Aseguramos que el motor de arranque gire de manera suave y constante, con el piñón en movimiento, y verificamos que el amperímetro indique una corriente inferior a 120 A a 11,5 V.

Estas pruebas nos permiten confirmar que el motor de arranque funciona correctamente y cumple con los estándares de rendimiento establecidos.

#### ***3.4.9.11 Prueba del relé de arranque.***

- a. Para realizar la prueba del relé de arranque, comenzamos por ubicarlo en su posición correspondiente, que puede estar en diferentes lugares dependiendo

del modelo, como debajo del panel de instrumentos del lado del pasajero o en el faldón del guardabarros izquierdo del compartimiento del motor.

- b. Luego, procedemos a inspeccionar el relé de arranque utilizando un ohmímetro. Verificamos la continuidad entre los terminales E y St, y debe haber continuidad entre estos. Entre los terminales B y Mg no debe haber continuidad.
- c. A continuación, aplicamos voltaje de batería entre los terminales E y St, y B y Mg. En este caso, debe haber continuidad entre B y Mg.
- d. Si la continuidad no se ajusta a las especificaciones, reemplazamos el relé de arranque.

### **3.5 Limitaciones**

Al elaborar un plan de mantenimiento para el Toyota Hilux, es necesario tener en cuenta ciertas limitaciones que pueden influir en la calidad del trabajo y en los tiempos de entrega. Entre las más frecuentes se encuentran:

- Falta de información técnica actualizada: Si el manual del fabricante no está disponible o presenta datos obsoletos, es posible que se apliquen procedimientos incorrectos, por ejemplo, usar valores de torque equivocados o seguir diagramas eléctricos de modelos diferentes.
- Limitaciones de herramientas y equipos especializados: Intervenciones como el diagnóstico de fallas en el sistema de arranque o la prueba de carga del alternador requieren herramientas específicas (multímetros calibrados, bancos de prueba, escáner automotriz). Sin ellas, el resultado puede ser impreciso o incluso provocar daños.

- **Tiempo de realización:** El tiempo disponible para realizar el mantenimiento es una limitación crítica, especialmente cuando se trata de trabajos extensivos en el sistema de carga o arranque. El tiempo limitado puede llevar a soluciones apresuradas o a la omisión de pasos importantes en el proceso.
- **Condiciones del vehículo:** En unidades con alto kilometraje o mantenimiento irregular, pueden aparecer imprevistos como pernos gripados, mazos de cables deteriorados o soportes deformados, que complican la reparación y aumentan el tiempo de trabajo.
- **Costos imprevistos:** durante el desmontaje es común detectar piezas adicionales dañadas —como rodamientos, poleas o reguladores— cuyo reemplazo eleva el gasto por encima del presupuesto inicial.

Tomar en cuenta estas limitaciones desde la planificación permite organizar mejor el trabajo, prever recursos y reducir retrasos en la entrega del vehículo.

## **Capítulo IV**

### **Resultados**

#### 4.1 Resultados

Los trabajos de mantenimiento y reparación realizados en el Toyota Hilux permitieron obtener resultados medibles en diferentes áreas. Entre los más relevantes se encuentran la recuperación de la capacidad de carga del alternador, la mejora en la eficiencia del sistema de arranque, la sustitución de componentes eléctricos desgastados y la reducción de fallas recurrentes detectadas en pruebas anteriores:

- a. Restauración de la operatividad del vehículo: El principal resultado positivo es que el vehículo Toyota Hilux vuelva a su estado óptimo de funcionamiento. Esto incluye la correcta operación del motor y sistemas asociados, como el sistema de carga y el de arranque, lo que asegura que el vehículo sea totalmente funcional y confiable para su uso.
- b. Aumento de la confiabilidad del sistema de arranque: La reparación incluyó la sustitución del motor de arranque y el ajuste de los contactos del relé, lo que permitió reducir el tiempo de arranque del motor a un promedio de 1,2 segundos. Con esto, se minimiza la probabilidad de fallos inesperados durante el encendido, especialmente en condiciones de baja temperatura.
- c. Cumplimiento de las especificaciones técnicas del fabricante: Se aplicaron los valores de torque y conexiones eléctricas indicados en el manual del Toyota Hilux (tornillos de fijación del alternador ajustados a 44 N·m; cables principales con terminales limpios y ajustados a 8 N·m). Esto garantiza que los sistemas eléctricos trabajen dentro de los parámetros diseñados, prolongando la vida útil de sus componentes.
- d. Aumento de la seguridad del vehículo: Se verificó la ausencia de falsos contactos en el mazo principal y se reemplazaron dos fusibles de 15 A deteriorados. Estas acciones

disminuyen el riesgo de apagones repentinos o fallos del sistema eléctrico durante la conducción.

- e. Mejora en la eficiencia de los sistemas eléctricos: Se comprobó que la tensión de carga del alternador se mantiene estable entre 13,9 V y 14,3 V a diferentes regímenes del motor, asegurando que la batería se mantenga en óptimas condiciones y evitando descargas prematuras.
- f. Mejora en el desempeño general del vehículo: tras la intervención, el consumo promedio de combustible se mantuvo estable en 9,5 km/L con carga moderada, y se eliminaron fallas intermitentes en la alimentación de accesorios eléctricos, optimizando el funcionamiento general.

Estos resultados reflejan mejoras cuantificables en la operación y fiabilidad del Toyota Hilux, respaldadas por mediciones y pruebas de funcionamiento, lo que incrementa tanto la seguridad como la disponibilidad operativa del vehículo.

## **Capítulo V**

### **Conclusiones y recomendaciones**

## 5.1 Conclusiones

- a. Restauración de la operatividad del vehículo: Tras la reparación del sistema de carga y del motor de arranque, el Toyota Hilux recuperó su capacidad de encendido sin fallas. En las pruebas finales, el motor arrancó en un promedio de 1,3 segundos, y el alternador entregó una tensión estable entre 13,9 V y 14,3 V a diferentes regímenes. El vehículo quedó en condiciones óptimas para su uso diario, con mayor fiabilidad en arranques repetidos.
- b. Relevancia del mantenimiento preventivo: Durante la intervención se identificaron componentes con desgaste avanzado, como escobillas y rodamientos del alternador, que de no haberse reemplazado podrían haber provocado fallos en corto plazo. Este caso refuerza la necesidad de realizar revisiones periódicas cada 20 000 km, especialmente en sistemas eléctricos de uso intensivo.
- c. Ajuste a especificaciones técnicas del fabricante: Se aplicaron los procedimientos del manual Toyota para el montaje de componentes, incluyendo pares de apriete de 44 N·m para el soporte del alternador y 8 N·m en las conexiones de borne principal. Esto asegura que el sistema trabaje dentro de los parámetros eléctricos y mecánicos diseñados, evitando sobrecalentamientos o pérdidas de carga.
- d. Beneficio para el propietario y la institución: Con el vehículo nuevamente operativo, se eliminó la necesidad de contratar transporte externo, reduciendo costos operativos. Además, las pruebas de consumo indicaron un rendimiento estable de 9,6 km/L con carga parcial, lo que confirma que el sistema eléctrico no genera sobrecargas al motor.

En conclusión, las intervenciones realizadas no solo devolvieron la funcionalidad al Toyota Hilux, sino que también establecieron una base de mantenimiento que permitirá prolongar la vida útil del sistema eléctrico y reducir el riesgo de fallas inesperadas.

## 5.2 Recomendaciones

- a. Mantener un programa regular de mantenimiento preventivo: establecer revisiones cada 10 000 km para inspeccionar el sistema de carga y arranque, verificando voltajes de batería (mínimo 12,4 V en reposo y 13,8–14,4 V en carga) y el desgaste de escobillas del alternador. Esto previene fallos inesperados y evita reparaciones mayores como el reemplazo completo del alternador.
- b. Respetar las especificaciones técnicas del fabricante: aplicar los pares de apriete y procedimientos del manual Toyota Hilux en cada intervención, como el ajuste de soportes del alternador a 44 N·m y conexiones de terminales a 8 N·m. Esto asegura que los componentes trabajen dentro de los parámetros previstos y prolonga su vida útil.
- c. Capacitación técnica continua: realizar al menos dos jornadas anuales de actualización para el personal de mantenimiento, enfocadas en diagnóstico eléctrico, uso de escáner automotriz y pruebas dinámicas de carga. Esto incrementa la precisión en el diagnóstico y reduce el tiempo de reparación.
- d. Monitoreo post-mantenimiento: tras cada reparación, realizar pruebas de arranque en frío y en caliente, así como mediciones de carga a diferentes RPM. Por ejemplo, comprobar que la caída de tensión en arranque no supere los 0,5 V y que la recuperación de carga se mantenga en el rango especificado. Este control permite detectar fallas residuales antes de que el vehículo vuelva a servicio.
- e. Estas acciones aseguran que las reparaciones realizadas se traduzcan en un desempeño confiable del Toyota Hilux, optimizando su disponibilidad operativa y reduciendo el riesgo de paradas no programadas.

### Referencias bibliográficas

Álvaro Necochea. (22 de diciembre de 2019). *Teoría Alternador 2 principios de funcionamiento, regulador de voltaje* [Archivo de Vídeo]. YouTube.

<https://youtu.be/v7bZXN3ZXUM>

Anonymous MZTn5n2zs (4 de octubre 2015). *Circuito de carga*.

<https://es.scribd.com/doc/283573889/Circuito-de-Carga>.

César Tomé López. (14 de junio de 2016). Artículo 19 de 34. *El descubrimiento de la inducción electro-magnética (1)*. Cuaderno de cultura científica.

<https://culturacientifica.com/2016/06/14/descubrimiento-la-induccion-electro-magnetica-1/>

Denso (2024). *Alternadores*. Denso.

<https://www.densoautoparts.com/es/alternadores/#knowledge>.

El Pela Electromecánico. (11 de enero de 2022). *Alternador toyotita 98 con*

*depresor.reparación*. <https://www.youtube.com/watch?v=msxWiDFSMY4>

El Pela Electromecánico. (23 de mayo 2023). *Cambiar carbones alternador sin sacarlo en*

*Hilux 98 con depresor*. YouTube.

<https://www.youtube.com/watch?v=REP3epnBHRM>

Gonzales, F. I. (23 de agosto 2011). *Carga*. <https://es.scribd.com/doc/62934817/Carga>.

José Eduardo Perrone. (16 de julio de 2016). *Como sacar y repara alternador de Toyota*

*Hilux parel*. <https://www.youtube.com/watch?v=jdOSjepf4OY>

López, J. M. (1987). *Taller, Manual práctico del automóvil, Electricidad*. Cultural S. A.

España.

Lucero, D. F., Tituaña, I. N., (2022), *Implementación de módulos didácticos del sistema de arranque y carga del automóvil para las prácticas de electricidad automotriz en los talleres escuela san patricio (TESPA)* [Trabajo de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana Ecuador]

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/23366/1/UPS%20-%20TTS986.pdf>

Navarrete J. (s/f) *Alternador: partes, cómo funciona, cómo comprobarlo*. Actualidad Motor. [https://www.actualidadmotor.com/funcionamiento-del-alternador/#google\\_vignette](https://www.actualidadmotor.com/funcionamiento-del-alternador/#google_vignette)

QPS, Quality Price y Service, Auto Electric Supplier. (2020). *Alternadores y Arrancadores* <https://qpselectric.com/es/2001-alternadores-y-arranques>

QPS, Quality Price y Service, Auto Electric Supplier. (2020). *Componentes*. <https://qpselectric.com/es/2002-componentes>

Reparaciones Chispita. (9 de octubre de 2020). *Reparación de alternador Toyota hiliux (problema 1)*. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=AVnPnAkvWsc>

## Apéndice A. El alternador para ser colocado al motor



*Nota:* Muestra del alternador antes de ser acoplado al motor.

## Apéndice B. Procedimientos de diagnóstico del sistema de carga y arranque de motor

Consideraciones técnicas del fabricante para el sistema de carga: El contenido de toda esta parte está basado en el manual del fabricante para la reparación del sistema de carga en el Toyota Hilux (Toyota, 1984).

Precauciones:

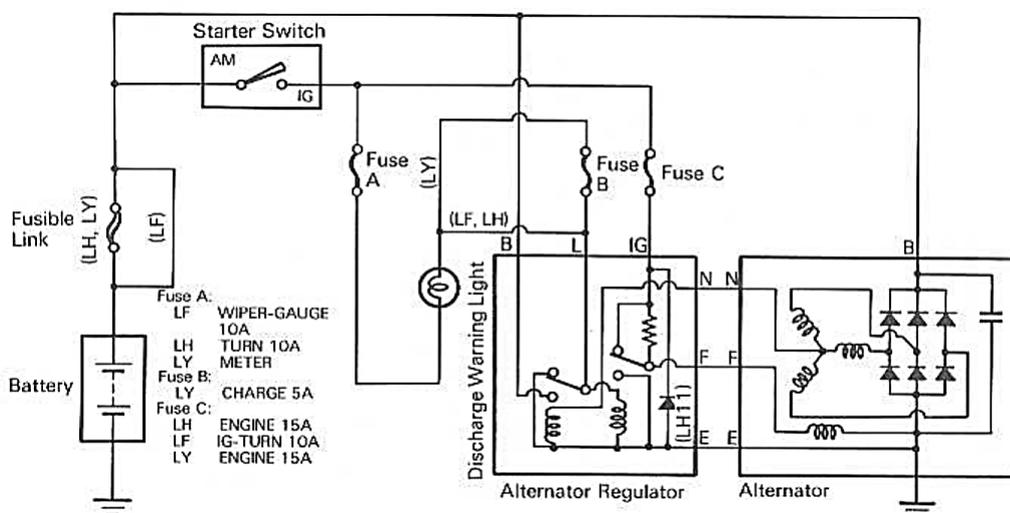
- ❖ Compruebe que los cables de la batería estén conectados a los terminales correctos.
- ❖ Desconecte los cables de la batería cuando se le dé una carga rápida a la batería.
- ❖ No realice pruebas con un comprobador de resistencia de aislamiento de alto voltaje.
- ❖ Nunca desconecte la batería cuando el motor esté en marcha.

TABLA DE DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE CARGA 2L			
Problema	Causas probables	Acciones correctivas	Referencia del manual
La luz de carga no se enciende con el interruptor de arranque en "ON" y el motor no está funcionando.	Fusible fundido.	Compruebe los fusibles Fusible A:	Canal 3, 4 CH-20 CH-18 CH-9
	La luz se apagó Conexión de cableado suelta	LF: calibre de limpiaparabrisas	
	Regulador del alternador defectuoso	LH51, 61, 71, LN, LX, IGN, MEDIDOR LY Fusible B:	
	Relé de luz de carga defectuoso	LH51, 61, 71, LN, LS, LX, LY CARGAR Fusible C:	
	Regulador incorporado (IC) defectuoso	MOTOR LF IG-GIRO Reemplazar la luz Apretar las conexiones sueltas Comprobar regulador Comprobar el relé Reemplazar el regulador IC	
La luz de advertencia de descarga no se apaga con el motor en	Correa de transmisión suelta o desgastada	Ajustar o reemplazar la correa de transmisión	CH-5
		Reparar o reemplazar cables	CH-3
			CH-20

<p>marcha (la batería requiere recarga frecuente).</p>	<p>Cables de batería sueltos, corroídos o desgastados</p> <p>Fusible fundido</p> <p>Relé principal defectuoso (sin regulador IC)</p> <p>Enlace fusible fundido</p> <p>Regulador del alternador, relé de luz de carga, regulador IC o alternador defectuoso</p> <p>Cableado defectuoso</p>	<p>Compruebe el fusible C: ej. MOTOR LF</p> <p>IG-GIRO LF</p> <p>Comprobar el relé principal</p> <p>Reemplazar el enlace fusible</p> <p>Comprobar el sistema de carga</p> <p>Reparar cableado</p>	<p>CH-5</p>
--	---	---	-------------

*Nota:* Tomado de *Repair Manual, Chagnig Sistem, (CH-2)*, por Toyota Motor Corporation, 1984.

Sin regulador incorporado (IC) [LF, LH11]



*Nota:* Tomado de *Repair Manual, Chagnig Sistem, (CH-3)*, por Toyota Motor Corporation, 1984.

### Inspección en el Vehículo:

Inspeccione la gravedad específica de la batería:

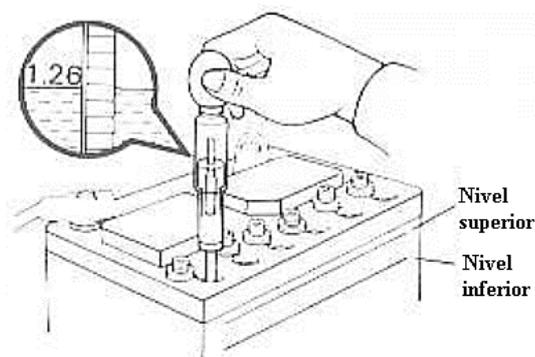
Gravedad específica estándar: Cuando está completamente cargada a 20 °C (68 °F):

1,25 - 1,27 (p. ej., NX110, 120, 200, 125D38L)

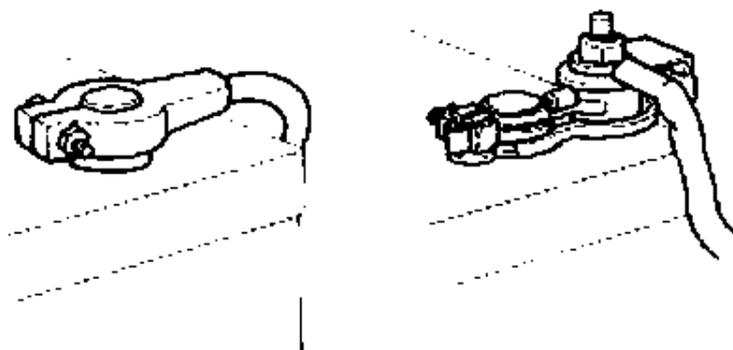
1,27 - 1,29 (NX110, 120, 200, 125D38L)

Verifique la cantidad de electrolito de cada celda:

Si es insuficiente, rellene con agua destilada (o purificada):



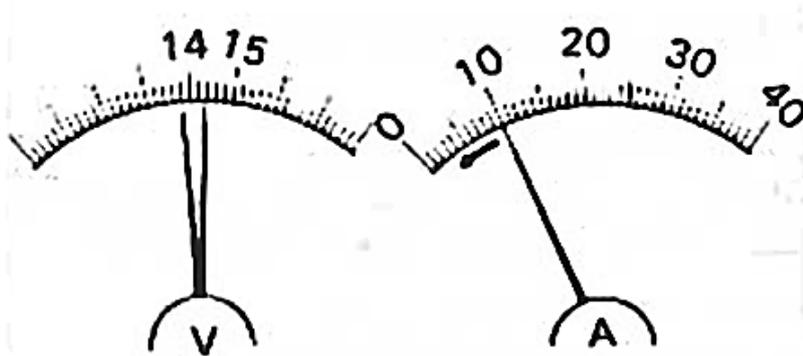
- Comprobar terminales de batería, enlaces fusibles y fusibles:
- Verifique que los terminales de la batería no estén sueltos ni corroídos.
- Verifique la continuidad del enlace fusible y de los fusibles.



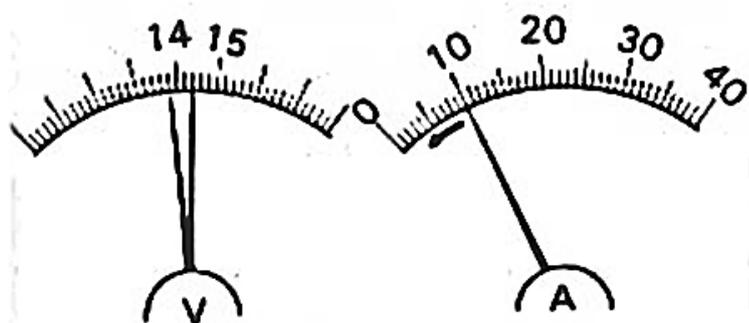
- Inspeccione la correa de transmisión:
- Compruebe la deflexión de la correa de transmisión presionando la correa en los puntos indicados en la figura con 10 kg (22,0 lb, 98 N) de presión. Desviación de la correa de transmisión:
- Correa nueva de 7-10 mm (0,28 - 0,39 pulg.)
- Correa usada de 10-15 mm (0,39 - 0,59 pulg.).
- Si es necesario, ajuste la desviación de la correa de transmisión.



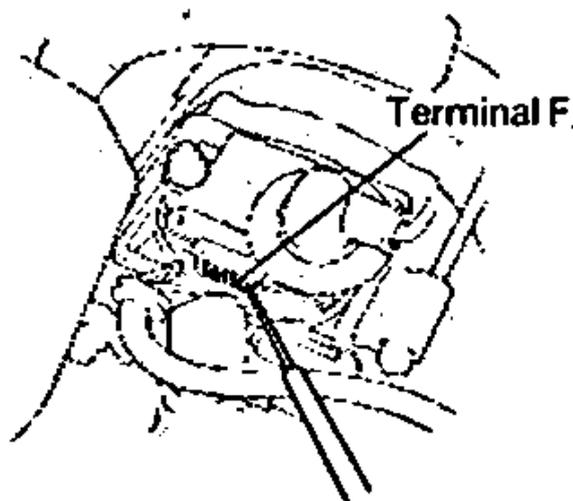
- "Cinturón nuevo" se refiere a un cinturón que nunca ha sido utilizado.
- "Correa usada" se refiere a una correa que ha sido utilizada en un motor en funcionamiento durante 5 minutos o más.
- Revise visualmente el cableado del alternador y escuche si hay ruidos anormales:
- Compruebe que el cableado esté en buen estado.
- Verifique que no haya ruidos anormales provenientes del alternador mientras el motor esté en funcionamiento.
- Inspección del Circuito de Luz de Carga:
- Calienta el motor y luego apágalo.
- Apague todos los accesorios.
- Gire el interruptor de arranque a la posición "ON". Compruebe que la luz de carga esté encendida.
- Arranque el motor. Compruebe que la luz se apaga.
- Si la luz no funciona como se describe, solucione el problema del circuito de la luz de carga. Inspeccione el circuito de carga sin carga
- Si hay un probador de batería/alternador disponible, conecte el probador al circuito de carga según las instrucciones del fabricante.
- Si no dispone de un comprobador:
- Conecte un voltímetro y un amperímetro al circuito de carga de la siguiente manera:
- Desconecte el cable del terminal B del alternador y conecte el cable al terminal negativo del amperímetro.
- Conecte el cable de prueba del terminal positivo del amperímetro al terminal B del alternador.
- Conecte el cable positivo del voltímetro al terminal B del alternador.
- Conecte a tierra el cable negativo del voltímetro.



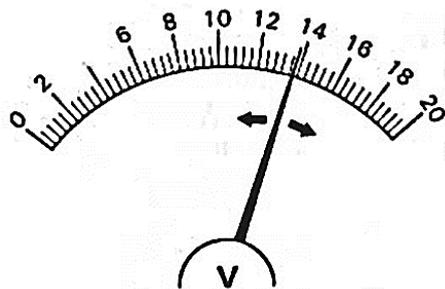
- Compruebe el circuito de carga de la siguiente manera:
- Con el motor funcionando desde ralentí hasta 2.000 rpm, verifique la lectura en el amperímetro y el voltímetro [Con regulador IC].
- Amperaje estándar: Menos de 10 A
- Voltaje estándar: 13,8-14,4 V (25 °C o 77 °F)
- Si la lectura de voltaje es mayor que el voltaje estándar, reemplace el regulador IC.



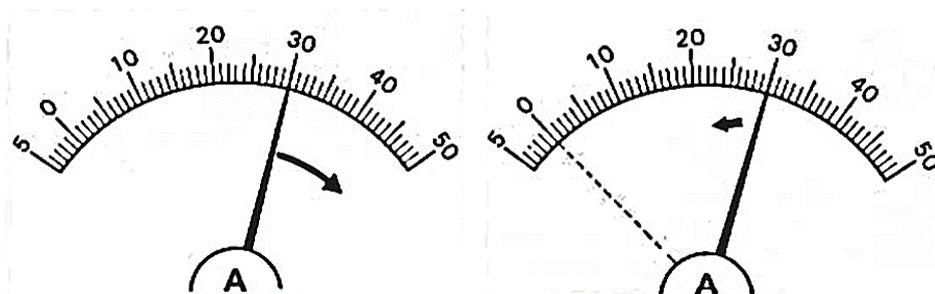
- Si la lectura de voltaje es menor que el voltaje estándar:
- Verifique el regulador IC y el alternador de la siguiente manera.
- Retire la tapa de la porta escobillas y conecte el cable del terminal B a la posición original. Precaución: El voltaje de la batería se aplica al terminal B, así que desconecte la batería antes de comenzar a trabajar.
- Con el terminal F conectado a tierra, arranque el motor y verifique la lectura en el voltímetro.



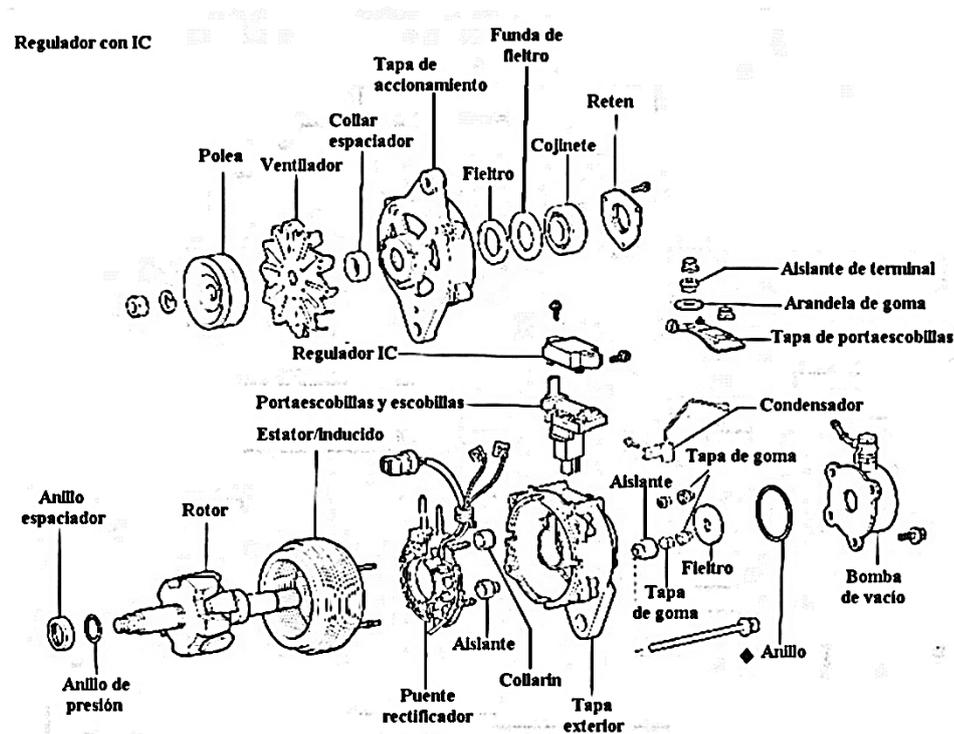
- Si la lectura de voltaje es mayor que el voltaje estándar reemplace el regulador IC.
- Si la lectura de voltaje es menor que el voltaje estándar, verifique el alternador.



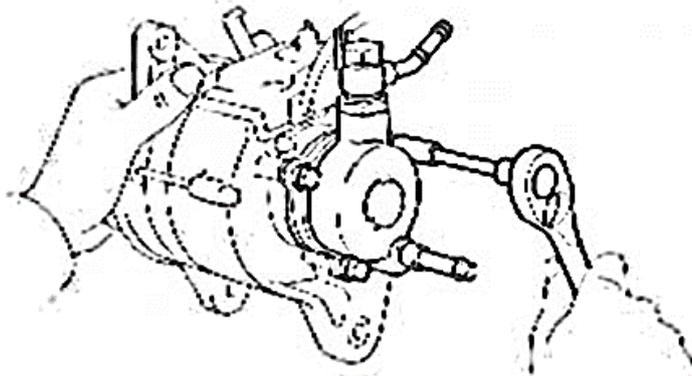
- Comprobar circuito de carga con carga:
- Con el motor funcionando a 2000 rpm, encienda las luces altas y coloque el interruptor de control del ventilador de la calefacción en "HI".
- Compruebe la lectura en el amperímetro. Amperaje estándar: Más de 30 A. Si la lectura del amperímetro es inferior a 30 A, repare el alternador. (Vea la página CH-8)
- Si la batería está completamente cargada, la indicación a veces será inferior a 30 A.



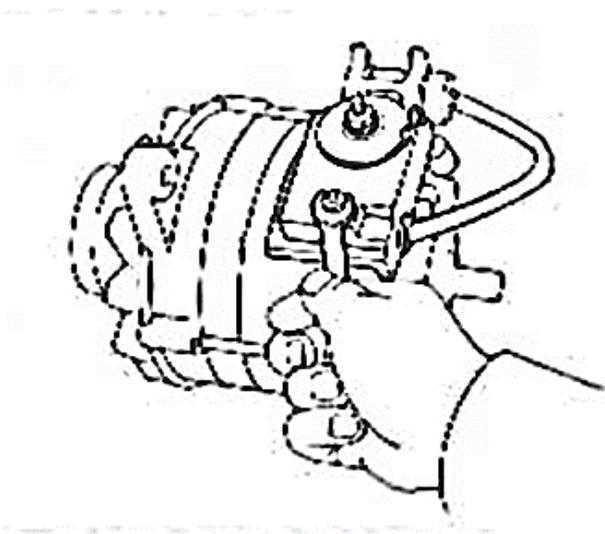
- Componentes del alternador 2L



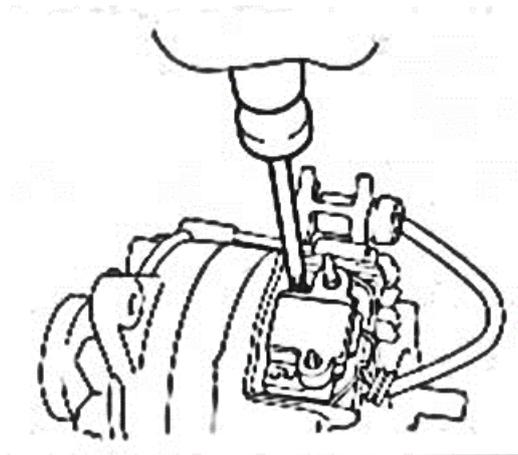
- Desmontaje del alternador
- Quitar la bomba de vacío [Con bomba de vacío pequeña]. Retire los tres pernos, la bomba de vacío y la junta tórica.



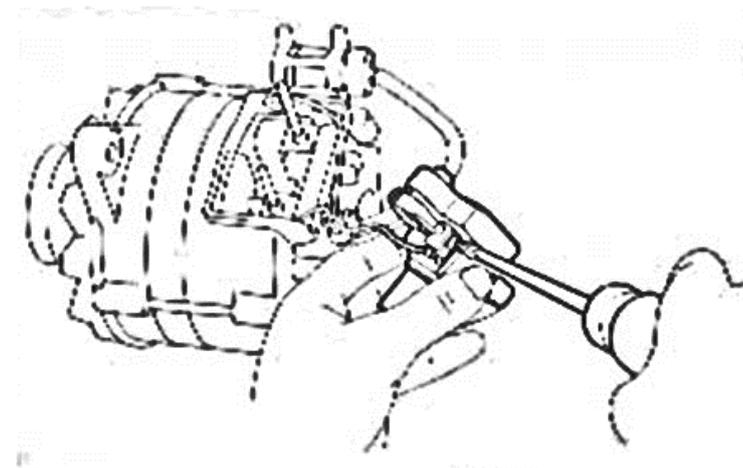
- Quitar la cubierta del portaescobilla [Con regulador IC].
- Retire las dos tuercas, el aislante del terminal, la arandela de goma y la cubierta.



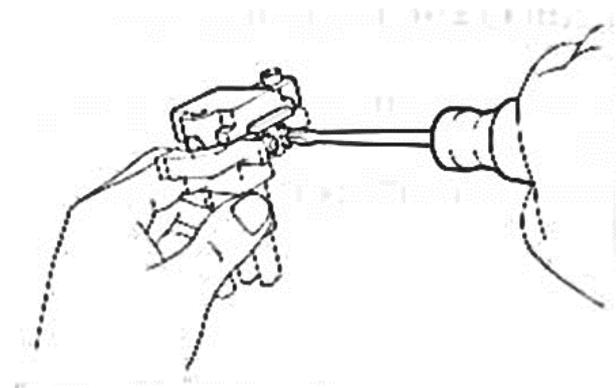
- [Con regulador IC] Quitar el portaescobilla y el regulador IC
- Retire el tornillo y desconecte el cable azul.
- Extraiga el portaescobillas con el regulador IC del portarectificador.



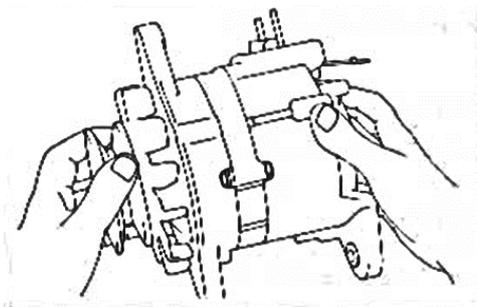
- Retire el tornillo y desconecte el cable conductor del portaescobillas.



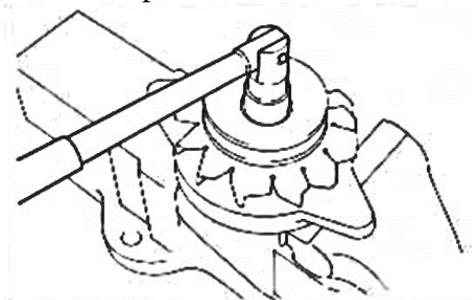
- Retire los dos tornillos y separe el regulador IC y el portaescobillas.



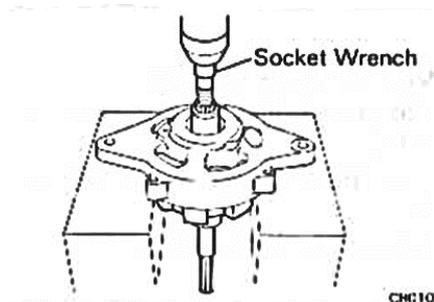
- Quitar el marco del extremo de transmisión con el rotor del estator:
- [con bomba de vacío pequeña]. Retire los tres pernos pasantes.
- Retire el marco del extremo con el rotor.
- NOTA: Si es necesario, golpee ligeramente el eje del rotor con un martillo de plástico.



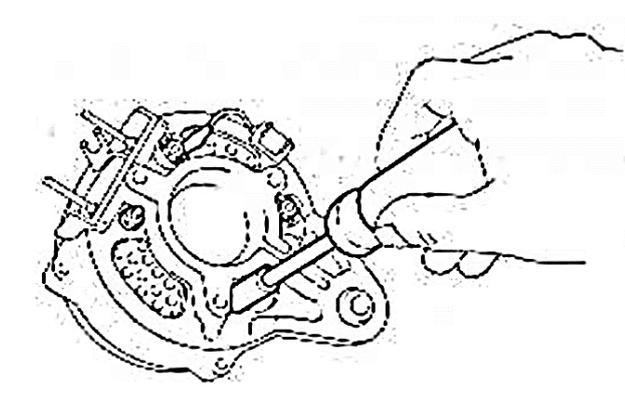
- Quitar polea y ventilador. Monte el rotor en una prensa de mordaza blanda. Retire la tuerca de la polea, la arandela elástica de la polea y el ventilador.



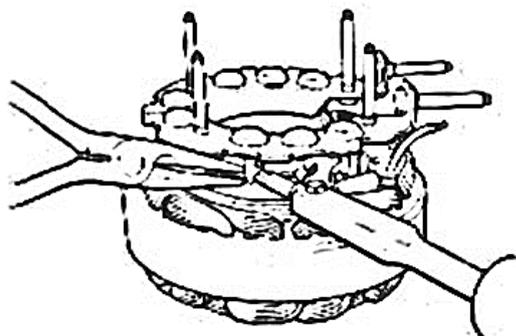
- Quitar el rotor. Usando una llave de tubo y una prensa, presione el rotor, el anillo espaciador y el collar para sacarlos. Retire el anillo elástico del eje del rotor.



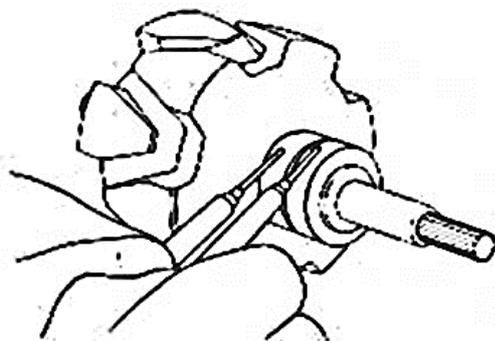
- Quitar el estator con el soporte del rectificador
- Retire las dos tapas de goma. Retire las cuatro tuercas, los dos aisladores de terminales y el estator con el soporte del rectificador.
- Retire los dos aisladores y los dos collares de los pernos del soporte del rectificador.



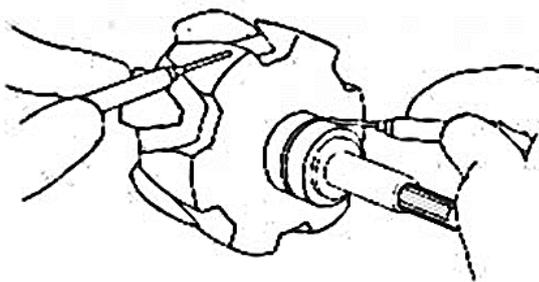
- Desoldar los cables del estator del portacables del rectificador
- Sujete el terminal del rectificador con unos alicates de punta fina y desolde los cables.
- Precaución: Proteja los rectificadores del calor.



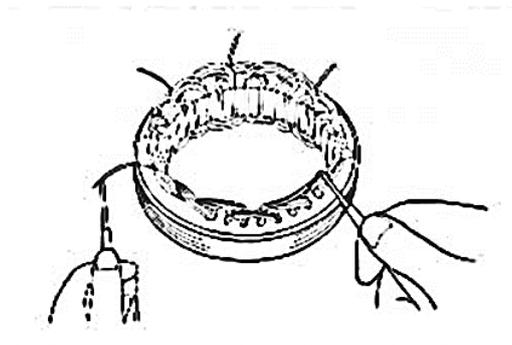
- Inspección de banco
- Inspección del rotor del alternador
- Inspeccione el rotor para ver si hay circuito abierto.
- Utilizando un ohmímetro, verifique que haya continuidad entre los anillos colectores. Resistencia estándar: Sin regulador IC Aprox. 4,0  $\Omega$ . Con regulador IC Aprox. 2,9  $\Omega$
- Si no hay continuidad, reemplace el rotor.



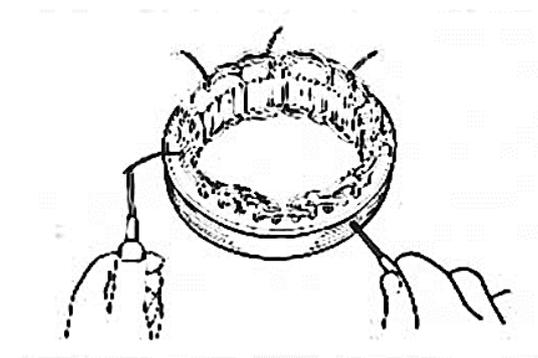
- Inspeccione el rotor para ver si hay conexión a tierra.
- Utilizando un ohmímetro, verifique que no haya continuidad entre el anillo colector y el rotor. Si hay continuidad, reemplace el rotor.



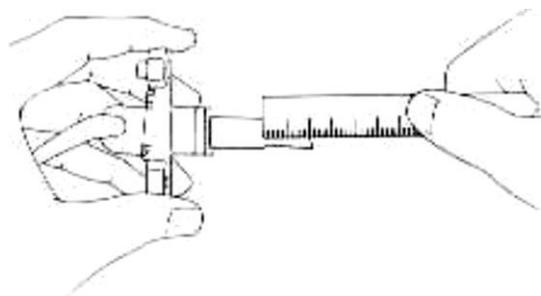
- Inspeccione el estator para ver si hay circuito abierto.
- Utilizando un ohmímetro, verifique que haya continuidad entre los cables de la bobina.
- NOTA: En este momento, los cables de reunión deben conectarse con soldadura.
- Si no hay continuidad, reemplace el estator.



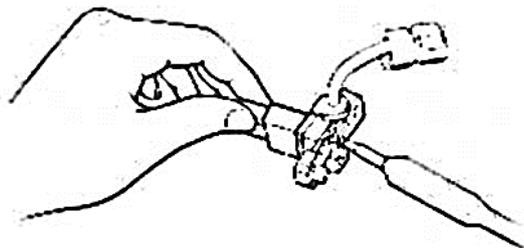
- Inspeccione el estator para ver si hay conexión a tierra.
- Utilizando un ohmímetro, verifique que no haya continuidad entre los cables de la bobina y el núcleo del estator. Si hay continuidad, reemplace el estator.



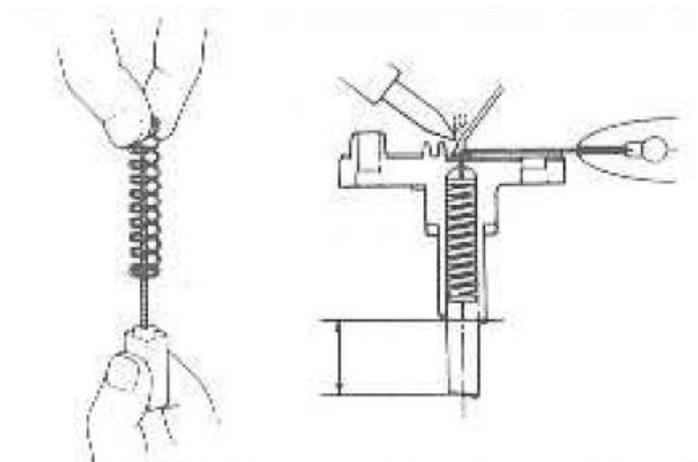
- Inspeccione la longitud del cepillo.
- Utilizando una escala, mida la longitud del cepillo: Longitud estándar: 20 mm (0,79 pulg.). Longitud mínima: 5,5 mm (0,217 pulg.).
- Si la longitud del cepillo es menor que el mínimo, reemplace el cepillo.



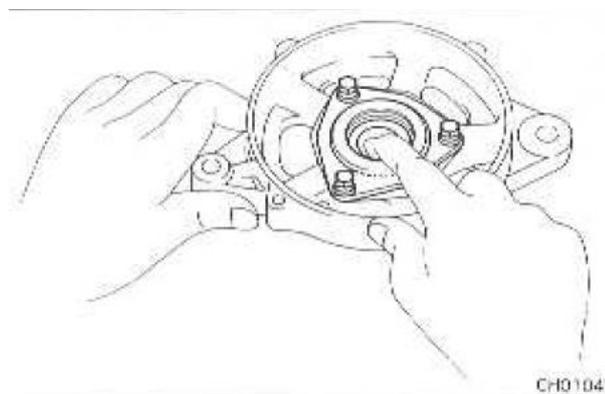
- Si es necesario, sustituya el cepillo. Desuelde y retire la escobilla y el resorte.



- Inserte el alambre del cepillo a través del resorte.
- Instale el cepillo en el portaescobillas.
- Suelde el cable al portaescobillas a la longitud estándar. Longitud estándar: 20 mm (0,79 pulg.)
- Verifique que el cepillo se mueva suavemente en el portaescobillas.
- Corte cualquier exceso de cable.

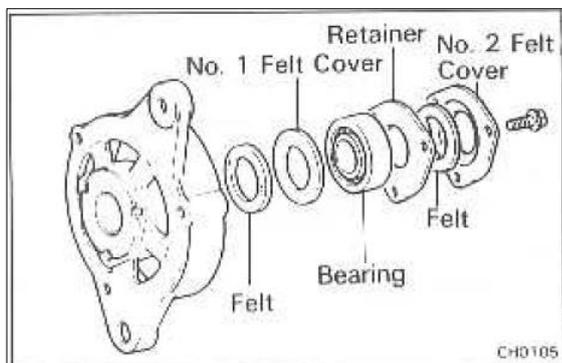


- Inspeccione el cojinete:
- Compruebe si el cojinete tiene asperezas.
- Si está áspero, reemplace el cojinete. Si es necesario, sustituya el cojinete.

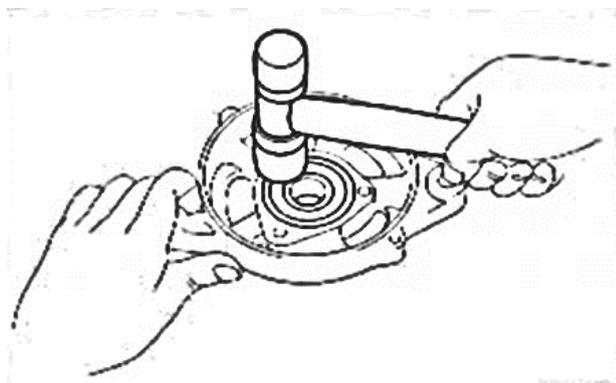


- Retire las siguientes piezas:
- Tres tornillos.
- No. 2 cubierta de fieltro (con bomba de vacío pequeña).

- Fieltro (con pequeña bomba de vacío).
- Retenedor.
- Cojinete.
- No. 1 cubierta de fieltro.
- Fieltro.



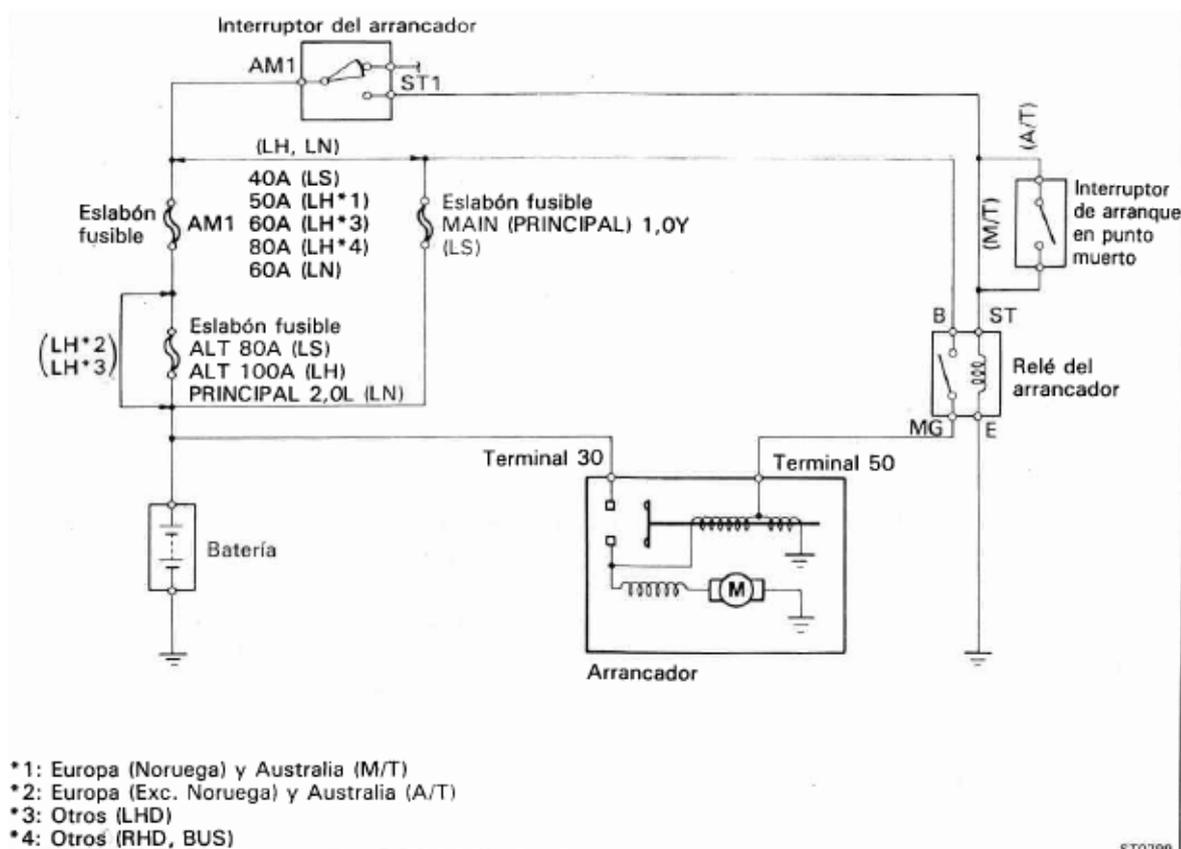
- Instale las siguientes piezas:
- Fieltro (felt).
- Funda de fieltro n.º 1.
- Cojinete. Si es necesario, golpee ligeramente el cojinete con un martillo de cara de plástico.
- Retenedor.
- Fieltro (con pequeña bomba de vacío).
- No. 2 cubierta de fieltro (con bomba de vacío pequeña).
- Tres tornillos.



- Montaje del Alternador:
- Soldar cada cable del estator al soporte del rectificador. Sujete el terminal del rectificador con unos alicates de punta fina mientras suelda los cables.
- Precaución. Proteja los rectificadores del calor.
- Montar. Completar el armado del marco del extremo del rectificador y el soporte del rectificador:
- Coloque los dos aisladores terminales internos en los pernos del lado positivo.
- Coloque los collares en los pernos del lado negativo.
- Instale el marco del extremo del rectificador en el soporte del rectificador.
- Verifique que los cables no toquen la carcasa.
- Instale el marco del extremo del rectificador en el soporte del rectificador.
- Verifique que los cables no toquen la carcasa.

- Coloque los dos aisladores terminales externos en los pernos del lado positivo.
- Instale el cable conductor del condensador de supresión de ruido en los pernos del lado positivo superior. (con condensador de supresión de ruido)
- Instale las cuatro tuercas en los espárragos.
- Instale las dos tapas de goma en los espárragos del lado positivo.
- Instale el Rotor:
  - Instale el anillo de retención en la ranura del eje del rotor.
  - Instale el anillo espaciador en el eje del rotor.
  - Utilizando una prensa, presione el rotor.
  - Instale el collar espaciador.
- Instale el ventilador y la polea:
  - Monte el rotor en una prensa de mordaza blanda.
  - Deslice el ventilador, la polea y la arandela elástica sobre el eje.
  - Instale y ajuste la tuerca de la polea. Par motor: 900 kg-cm (65 ft-lb, 88 N·m).
- Montar el marco del extremo de transmisión y el marco del extremo del rectificador:
  - Ensamble el bastidor del extremo de transmisión y el bastidor del extremo del rectificador.[con bomba de vacío pequeña] Instale los tres pernos pasantes.
  - Asegúrese de que el rotor gire suavemente.
- Instale el portaescobillas:
  - Instale el portaescobillas con la tuerca.
  - Conecte el cable conductor al terminal B. [con REGULADOR IC].
  - Instale el portaescobillas y el regulador ic
  - Instale el regulador IC en el portaescobillas con los dos tornillos.
  - Conecte el cable blanco al terminal del regulador IC con el tornillo.
  - Instale el portaescobillas y el cable azul con el tornillo.
  - Instale la cubierta del portaescobillas: [con regulador IC]
  - Coloque la cubierta en el marco del extremo del rectificador.
  - Coloque el aislador del terminal y la arandela de goma en el terminal B.
  - Instale las dos tuercas.
  - Instale la bomba de vacío. [con bomba de vacío pequeña].
  - Coloque una nueva junta tórica en el marco del extremo del rectificador.
  - Instale la bomba de vacío con los tres pernos. Apriete los pernos. Par motor: 80 kg-cm (69 in.-lb, 7,8 N·m).
- Inspección del regulador del alternador
  - Desconecte el conector del regulador.
  - Retire dos pernos de montaje y el regulador.
  - Inspeccione las superficies de los puntos para ver si están quemaduras o daños. Si está defectuoso, reemplace el regulador.
- Medir la resistencia entre terminales. Utilizando un ohmímetro, mida la resistencia entre los terminales IG y F. Resistencia (regulador de voltaje):  $0 \Omega$  En reposo. Tirado en Aprox.  $11 \Omega$ .
- Medir la resistencia entre terminales:
  - Utilizando un ohmímetro, mida la resistencia entre los terminales IG y F. Resistencia (regulador de voltaje): En reposo  $0 \Omega$ . Tirado en Aprox.  $11 \Omega$ .
  - Utilizando un ohmímetro, mida la resistencia entre los terminales L y E. Resistencia (relé de tensión): En reposo  $0 \Omega$  Introducido Aprox.  $100 \Omega$ .
  - Utilizando un ohmímetro, mida la resistencia entre los terminales B y E. Resistencia (relé de tensión): En reposo Infinito Tirado hacia adentro Aprox.  $100 \Omega$ .
  - Usando un óhmetro, mida la resistencia entre los terminales B y L. Resistencia (relé de voltaje): En reposo Infinito Apretado  $0 \Omega$ .

- Utilizando un óhmetro, mida la resistencia entre los terminales N y E. Resistencia: Aprox.  $24 \Omega$ .
- Si alguna de las comprobaciones anteriores no es la especificada, reemplace el regulador del alternador.
- Ajuste de tensión del regulador del alternador:
- Para ajustar el regulador de tensión, doble el brazo de ajuste del regulador. Tensión de regulación: 13,8 - 14,8 V.
- Para ajustar el relé de voltaje, doble el brazo de ajuste del relé. Tensión de actuación del relé: 4,0-5,8 V.
- Inspección del relé de luz de carga [con regulador IC].
- Ubicación: LHD en el capó izquierdo. RHD en el capó derecho
- Inspeccione el relé de la luz de carga. Aplique voltaje de batería entre los terminales 1, 2 y 3. 3-4.
- Terminal positivo (+) de la batería a terminal 1 y 2.
- Continuidad del terminal negativo (-) de la batería al terminal 3.
- Terminal positivo (+) de la batería al terminal 1.
- Terminal negativo (-) de la batería al terminal 3 Sin continuidad.
- Si la continuidad no es la especificada, reemplace el relé.
- Inspección del relé principal [LH11 (ex Indonesia), LH51, 61, 71, LX]
- Ubicación. LH11: Debajo del panel de instrumentos del lado del conductor. LH51, 61, 71: Debajo del panel de instrumentos en el relé. LX: En la caja de relés del compartimiento del motor.
- Utilizando un ohmímetro, verifique la continuidad entre los siguientes terminales: terminal 1 y 3 Continuidad, terminal 2 y 4 Sin continuidad.
- Aplique voltaje de batería entre los terminales 1 y 3. Debe haber Continuidad entre 2 y 4.
- Si la continuidad no es la especificada, reemplace el relé.
- Consideraciones Técnicas del Fabricante para el sistema de arranque
- En adelante se toma en cuenta las indicaciones dadas por el fabricante para la reparación del sistema de arranque de motor del vehículo Toyota Hilux en su manual de reparación del año 1984 (Toyota, 1984).

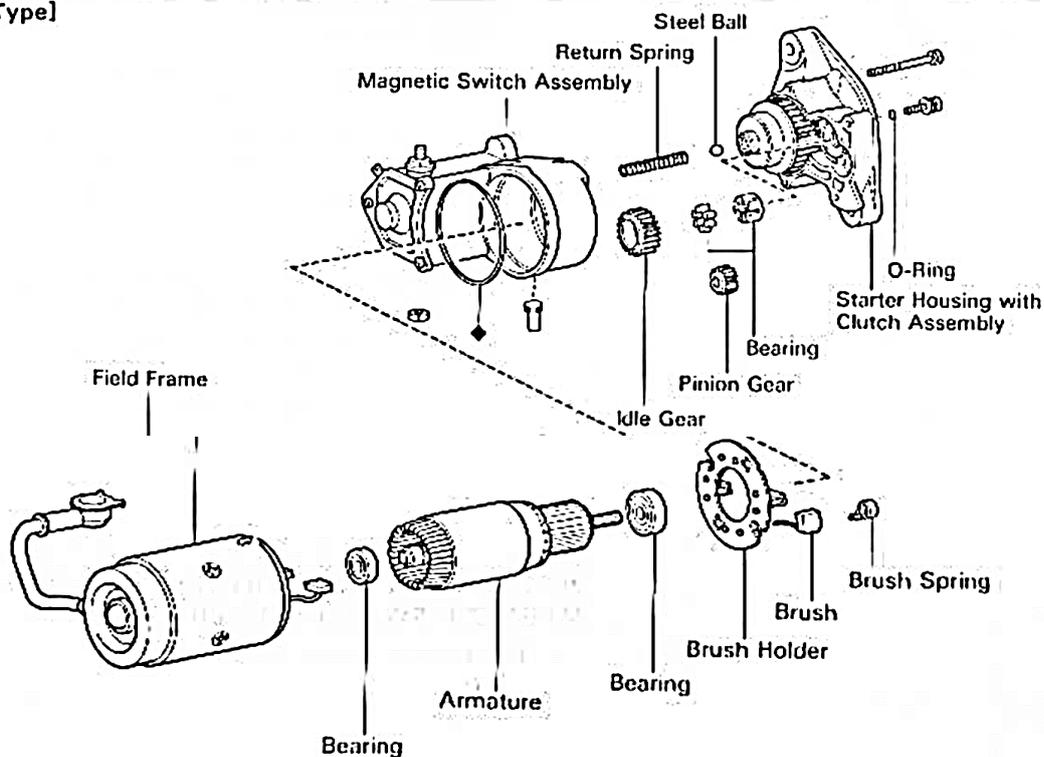


Toyota 2L, 3L Motor. Sistema de arranque. p. SA-9, Circuito del sistema de arranque, 1989.

SOLUCIÓN DE PROBLEMAS			
Problema	Causas probables	Procedimiento	Página de referencia
El motor no arranca.	Carga de batería baja.	Compruebe la gravedad específica de la batería.	CH-5
	Cables de batería sueltos, corroídos o desgastados.	Cargar o reemplazar la batería.	ST-27
	Enlace fusible fundido. Relé de arranque defectuoso. Arranque defectuoso. Interruptor de arranque defectuoso.	Reparar o reemplazar cables. Reemplazar el enlace fusible. Comprobar el relé. Reparación del motor de arranque. Reemplazar el interruptor de arranque.	ST-15
El motor gira lentamente.	Carga de batería baja.	Compruebe la gravedad específica de la batería. Cargar o reemplazar la batería.	CH-5 ST-27

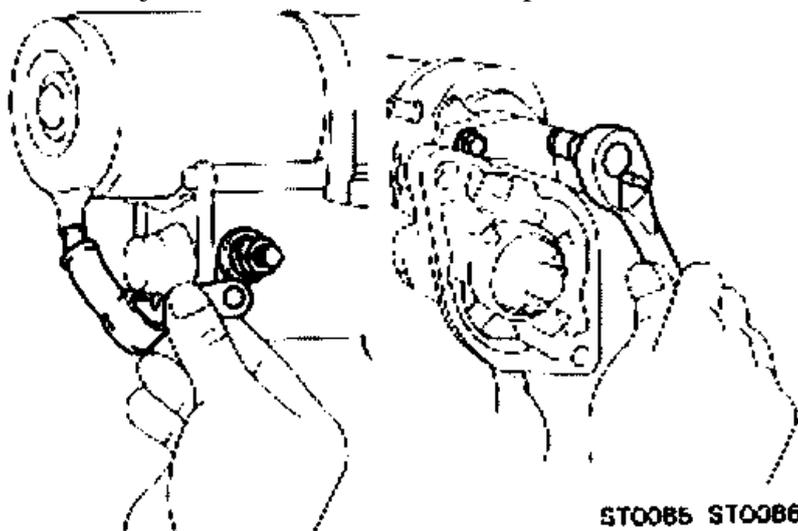
	<p>Cables de batería sueltos, corroídos o desgastados.                  Enlace fusible fundido.                  Relé de arranque defectuoso.                  Arranque defectuoso.                  Interruptor de arranque defectuoso.</p>	<p>Reparar o reemplazar cables.                  Reemplazar el enlace fusible.                  Comprobar el relé.                  Reparación del motor de arranque.                  Reemplazar el interruptor de arranque.</p>	<p>ST-15</p>
<p>El motor de arranque sigue funcionando.</p>	<p>Carga de batería baja.                  Cables de batería sueltos, corroídos o desgastados.                  Arranque defectuoso.</p>	<p>Reparación del motor de arranque.                  Reemplazar el interruptor de arranque.                  Reparar cableado.</p>	<p>ST-15</p>
<p>El motor de arranque gira y el motor no gira.</p>	<p>Dientes del piñón rotos o motor de arranque defectuoso.                  Dientes del volante rotos.</p>	<p>Reparación del motor de arranque.                  Reemplazar el volante.</p>	<p>ST-15</p>

Nota. p. ST-14  
 [2.0 kW Type]

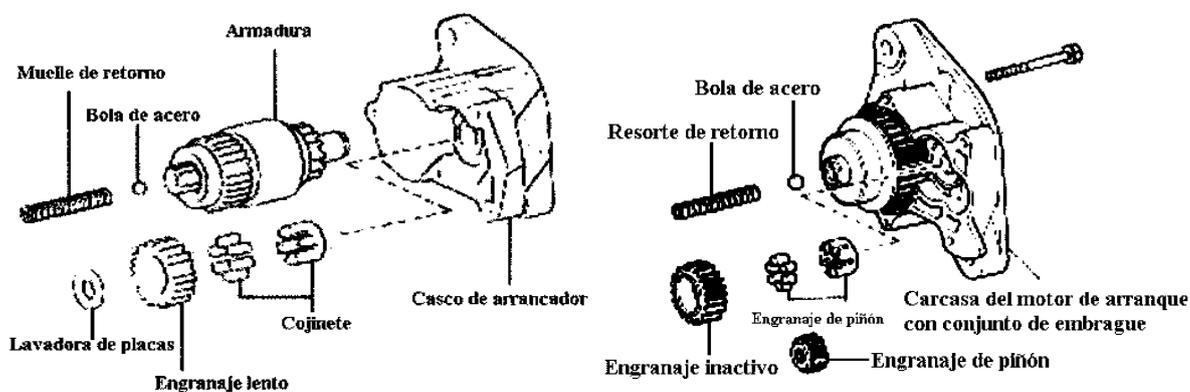


- Starter sistem p. ST-15

- Desmontaje del motor de arranque
- Quitar el marco de campo con la inducción del interruptor magnético:
- Retire la tuerca. Desconecte el cable conductor del terminal del interruptor magnético.
- Retire los dos pernos, las arandelas de placa y las juntas tóricas. Extraiga el bastidor del campo con la armadura.
- Retire la junta tórica del marco de campo.



- Retire la carcasa del motor de arranque, el engranaje de ralentí y el engranaje de piñón con el conjunto del embrague del conjunto del interruptor magnético:
- Retire los dos tornillos.
- Retire las siguientes piezas:
- Carcasa de arranque con conjunto de embrague.
- Resorte de retorno.
- Engranaje inactivo.
- Cojinete.
- Engranaje de piñón.

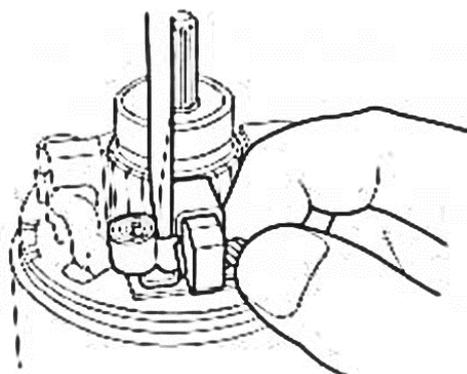


- Quitar bola de acero:

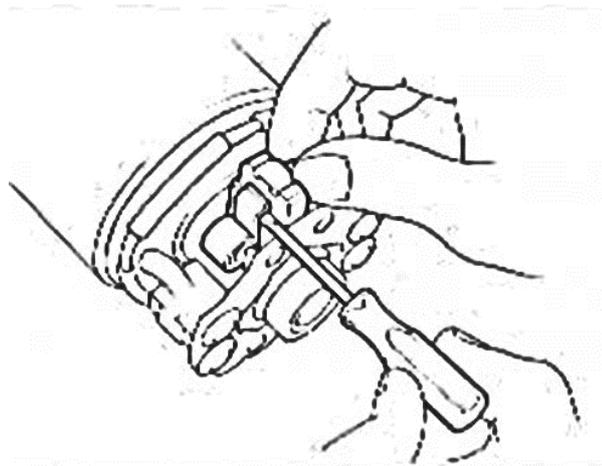
- Usando un dedo magnético, retire la bola de acero del orificio del eje del embrague.



- Retire las escobillas y la porta escobillas:
- Con un destornillador, sujete el resorte del cepillo hacia atrás y retire el cepillo de la porta escobillas. Retire los cuatro cepillos.
- Retire la porta escobillas del marco de campo.



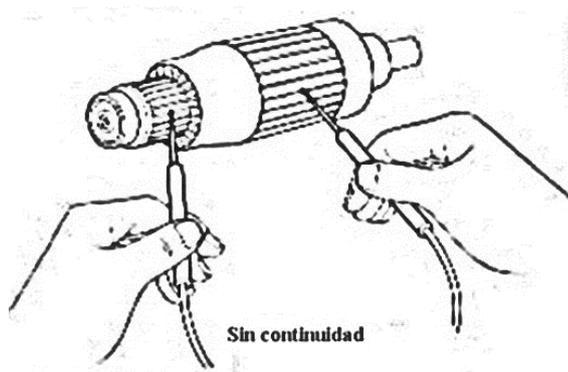
- Retire la armadura del marco del campo.



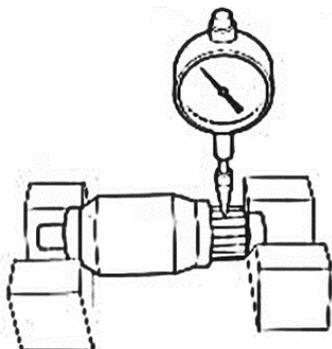
- Inspección de la bobina de la armadura.
- Inspeccione el conmutador para ver si hay circuito abierto:
- Utilizando un ohmímetro, verifique que haya continuidad entre los segmentos del conmutador. Si no hay continuidad, reemplace la armadura.



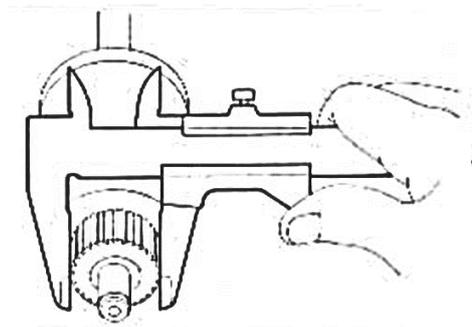
- Inspeccione el conmutador para ver si hay conexión a tierra:
- Utilizando un ohmímetro, verifique que no haya continuidad entre el conmutador y el núcleo de la bobina del inducido. Si hay continuidad, reemplace la armadura.



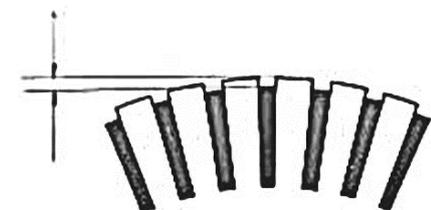
- Inspección del Conmutador
- Inspeccione el conmutador para ver si tiene suciedad o quemaduras.
- Si la superficie está sucia o quemada, corríjala con papel de lija (n° 400) o un torno.
- Inspeccione el descentramiento del círculo del conmutador.
- Descentramiento máximo del círculo: 0,05 mm (0,0020 pulg.). Si el descentramiento del círculo es mayor que el máximo, corríjalo con un torno.



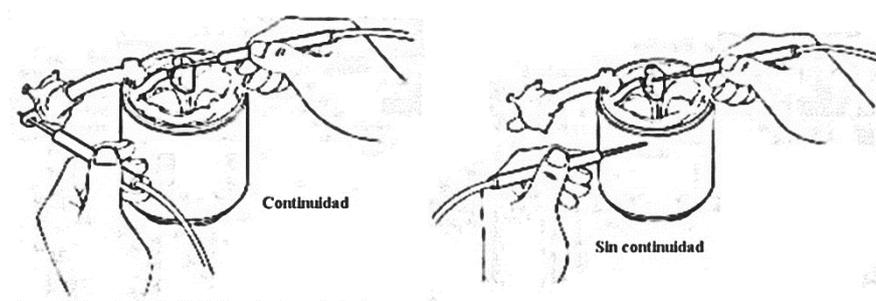
- Inspeccione el diámetro del conmutador:
- Diámetro estándar: Tipo 2,0 kW 35 mm (1,38 pulg.). Tipo 2,5 kW 36 mm (1,42 pulg.)
- Diámetro mínimo: Tipo 2,0 kW 34 mm (1,34 pulg.). Tipo 2,5 kW 35 mm (1,38 pulg.)
- Si el diámetro del conmutador es menor que el mínimo, reemplace la armadura.



- Inspeccione la profundidad del corte.
- Compruebe que la profundidad del socavado esté limpia y libre de partículas extrañas. Alise el borde: Profundidad de corte estándar: 0,7-0,9 mm (0,028-0,035 pulg.). Profundidad mínima de corte: 0,2 mm (0,008 pulg.).
- Si la profundidad del corte es menor que el mínimo, corríjala con una hoja de sierra para metales.

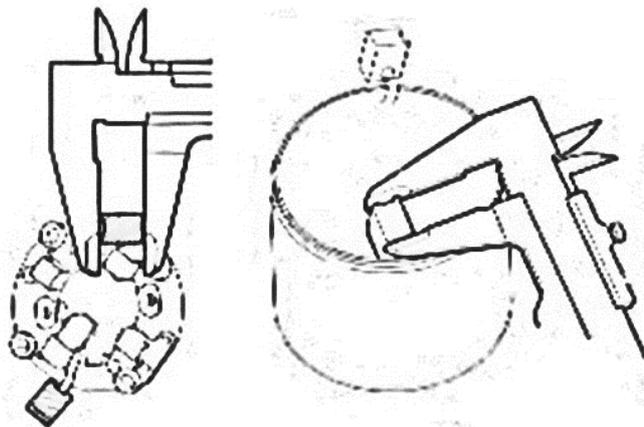


- Inspección de la Bobina de Campo
- Inspeccione la bobina de campo para ver si hay circuito abierto. Utilizando un ohmímetro, verifique que haya continuidad entre el cable conductor y el cable de la escobilla de la bobina de campo. Si no hay continuidad, reemplace la bobina de campo.
- Inspeccione la bobina de campo para ver si hay conexión a tierra. Utilizando un ohmímetro, verifique que no haya continuidad entre el cable conductor y el marco de campo. Si hay continuidad, repare o reemplace la bobina de campo.

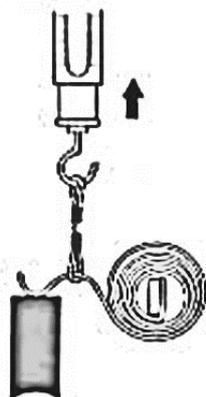


- Inspección de las Escobillas
- Inspeccione la longitud de la escobilla. Longitud estándar: 15,0 15,5 mm (0,591-0,610 pulg.). Longitud mínima: 9,5 mm (0,374 pulg.).

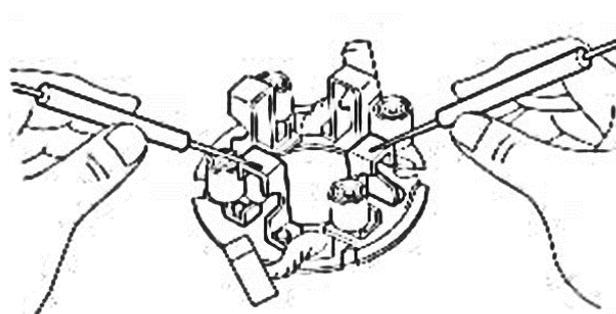
- Si la longitud es menor que el mínimo, reemplace el marco de campo y/o la porta escobillas.



- Inspección de Resortes de Escobillas
- Inspeccione la carga del resorte del cepillo.
- NOTA: Tome la lectura de la escala de tracción en el mismo instante en que el resorte del cepillo se separa del cepillo.
- Carga instalada del resorte: 2,7-3,3 kg (6,0 7,3 lb, 26 32 N).



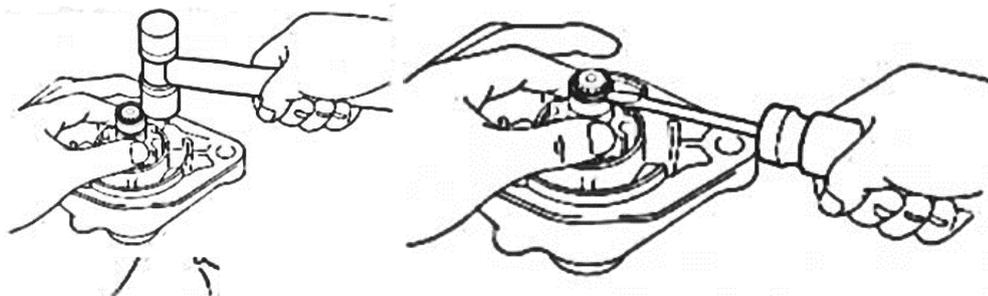
- Inspección de Porta Escobillas
- Inspeccione el aislamiento de la porta escobillas.
- Utilizando un ohmímetro, verifique que no haya continuidad entre la porta escobillas positivo y negativo.
- Si hay continuidad, repare o reemplace la porta escobillas.



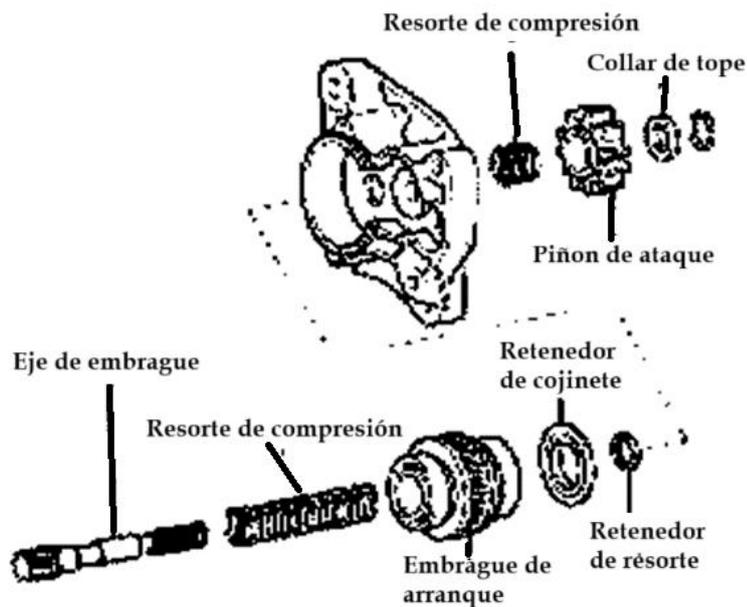
- Inspección del Piñón de engrane
- Inspeccione los dientes del engranaje.
- Inspeccione los dientes del engranaje del piñón, el engranaje loco y el conjunto del embrague para detectar desgaste o daños. Reemplace si está dañado. Si está dañado, también revise el engranaje anular del volante para detectar desgaste o daños.
- Inspeccione el embrague.
- Gire el piñón en el sentido de las agujas del reloj y compruebe que gira libremente. Intente girar el piñón en el sentido contrario a las agujas del reloj y compruebe que se bloquea.
- Si es necesario, reemplace el conjunto del embrague.



- Sustituya el conjunto piñón de engrane.
- Empuje hacia abajo el piñón y, utilizando un martillo de plástico, golpee el collar de tope.
- Utilice un destornillador para sacar el anillo elástico.



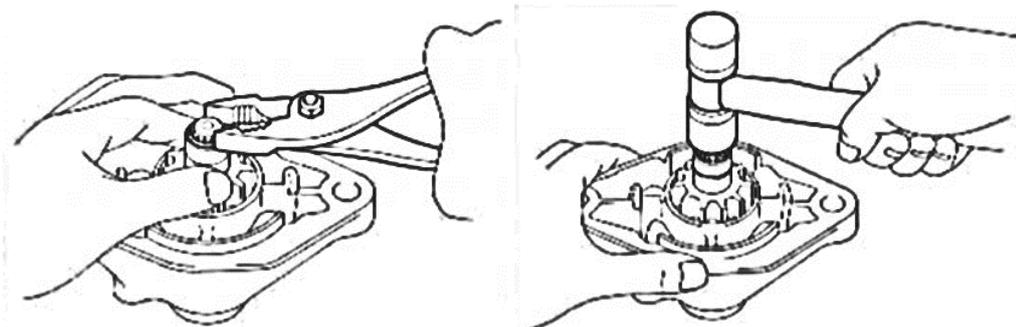
- Retire las siguientes piezas de la carcasa del motor de arranque:
- Collar de tope
- Piñón de ataque
- Resorte de compresión
- Retenedor de resorte
- Retenedor de cojinete
- Embrague de arranque
- Resorte de compresión
- Eje del embrague



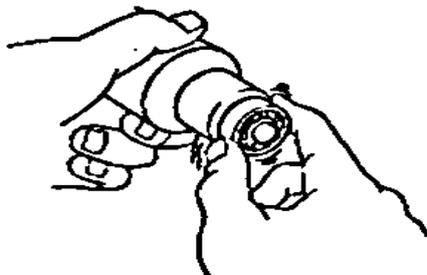
- Ensamble el eje del embrague, el resorte de compresión, el embrague de arranque, el retenedor del cojinete y el retenedor del resorte e instálelos en la carcasa del motor de arranque.
- Instale el resorte de compresión, el piñón y el collar de tope.
- Empuje hacia abajo el piñón y, utilizando alicates para anillos elásticos, instale el anillo elástico.



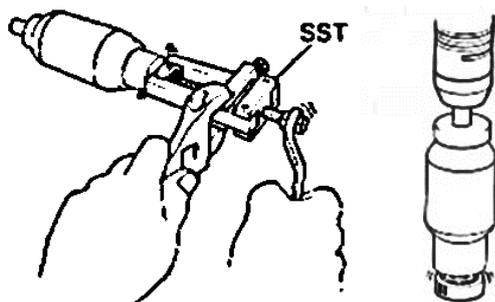
- Utilice alicates para comprimir el anillo elástico. Asegúrese de que el anillo elástico encaje correctamente.



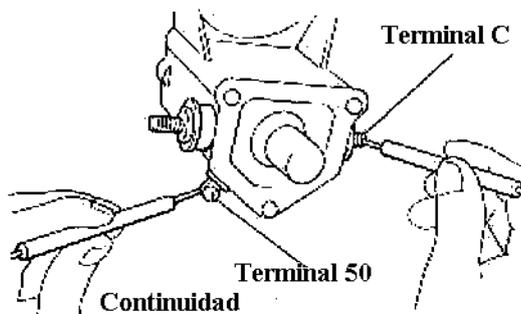
- Con un martillo de plástico, golpee el eje del embrague e instale el collar de tope en el anillo de retención.
- Inspección de cojinetes (Rodamiento)
- Inspeccione los cojinetes: Gire cada cojinete con la mano mientras lo empuja hacia adentro. Si siente resistencia o si el cojinete se atasca, reemplácelo.



- Si es necesario, sustituya los cojinetes:
- Utilizando SST, retire el cojinete del eje de la armadura.
- Utilizando la SST, retire el otro cojinete del lado opuesto.
- Número de serie 09286-46011

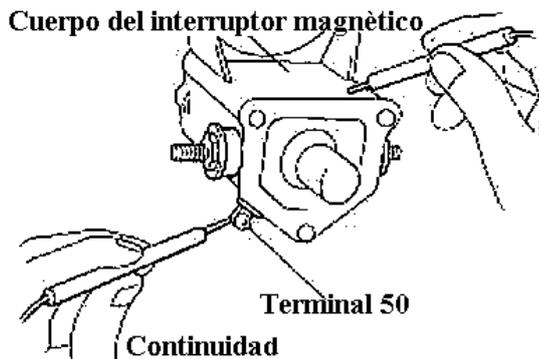


- Utilizando una prensa, instale los cojinetes en el eje.
- Prueba del Interruptor magnético
- Realizar prueba de circuito abierto de bobina de tracción:
- Utilizando un ohmímetro, verifique que haya continuidad entre los terminales 50 y C. Si no hay continuidad, reemplace el interruptor magnético.

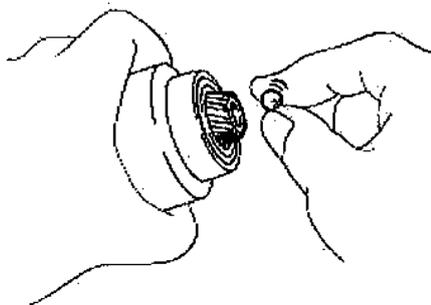


- Realizar prueba de circuito abierto de bobina de retención:

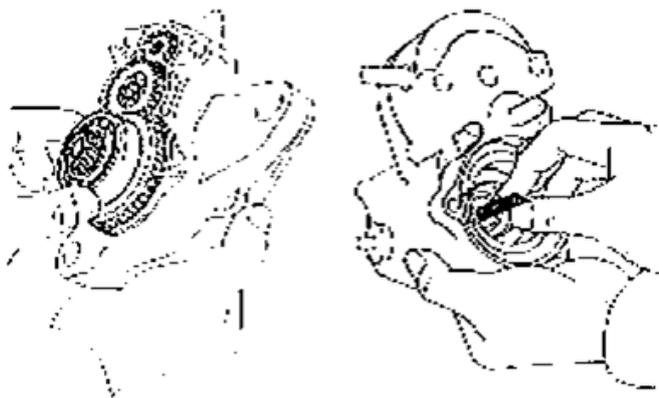
- Utilizando un ohmímetro, verifique que haya continuidad entre el terminal 50 y el cuerpo del interruptor. Si no hay continuidad, reemplace el interruptor magnético.



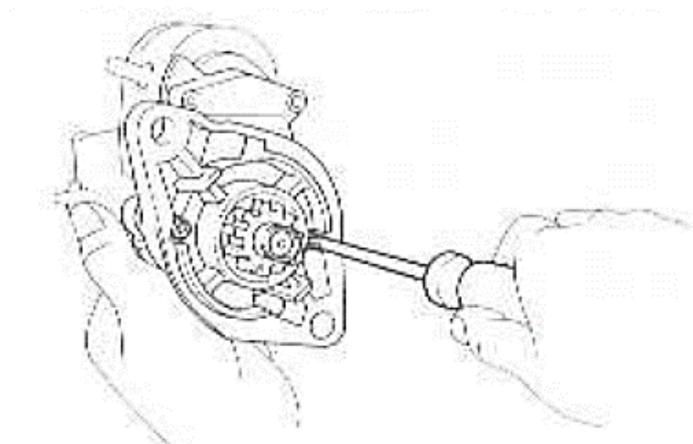
- Montaje del motor de arranque
- Coloque la armadura en el marco del campo: Aplique grasa a los cojinetes de la armadura e inserte la armadura en el marco del campo.
- Instalar el portacepillos y los cepillos:
- Coloque la porta escobillas en el eje de la armadura y alinee la pestaña de la porta escobillas con la muesca del marco de campo.
- Con un destornillador, sujete el resorte del cepillo hacia atrás e instale el cepillo en la porta escobillas. Instale las cuatro escobillas.
- NOTA: Asegúrese de que los cables conductores positivos no estén conectados a tierra.
- Inserte la bola de acero en el orificio del eje del embrague:
- Aplique grasa sintética a la bola e insértela en el orificio del eje del embrague.



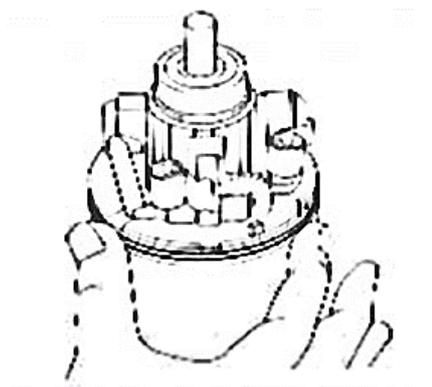
- Instale el engranaje de giro, el cojinete, el engranaje de piñón y el resorte de retorno en la carcasa del motor de arranque y el conjunto del interruptor magnético.



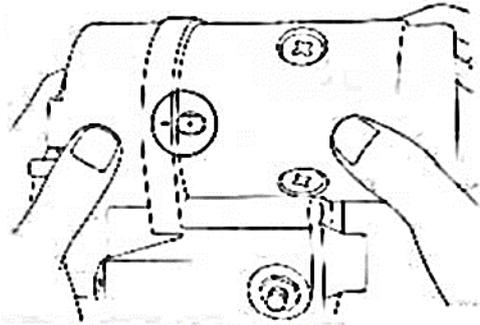
- Instalar la carcasa del motor de arranque. Instale la carcasa del arrancador en el conjunto del interruptor magnético con los dos tornillos.



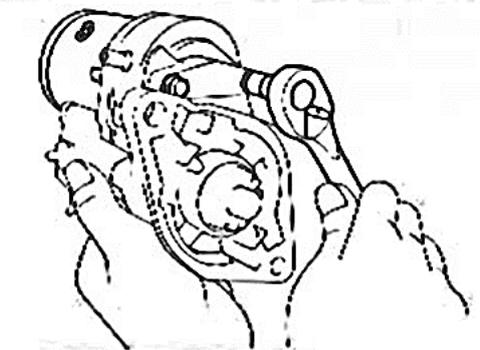
- Instalar el marco de campo con la armadura en el interruptor magnético. Coloque la junta tórica en el marco del campo.



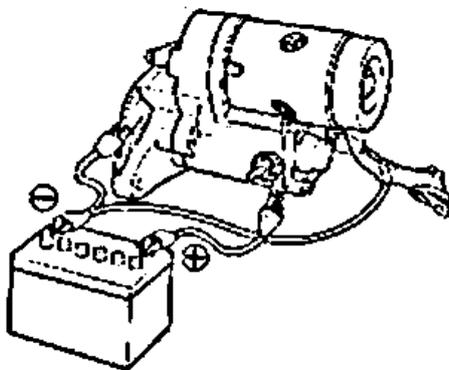
- Alinee el anclaje del perno del marco de campo con la marca en el conjunto del interruptor magnético e inserte el marco de campo con la armadura:



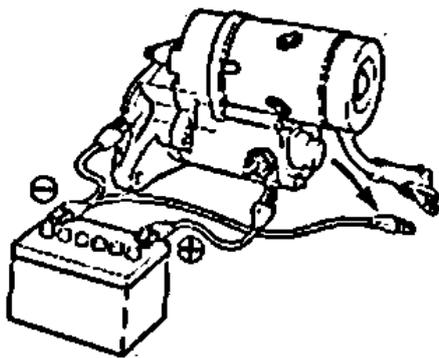
- Instale los dos pernos con las arandelas de placa y las juntas tóricas.
- Conecte el cable conductor al terminal del interruptor magnético.



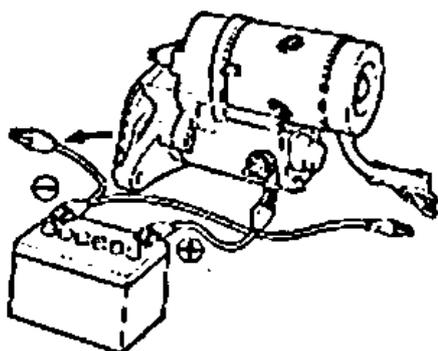
- Prueba de Rendimiento del Motor de Arranque
- Precaución: Estas pruebas deben realizarse dentro de 3 a 5 segundos para evitar quemar la bobina.
- Realizar prueba de atrapamiento:
- Desconecte el cable conductor del terminal C.
- Conecte la batería al interruptor magnético como se muestra. Verifique que el émbolo se mueva hacia afuera.
- Si el émbolo no se mueve, reemplace el interruptor magnético.



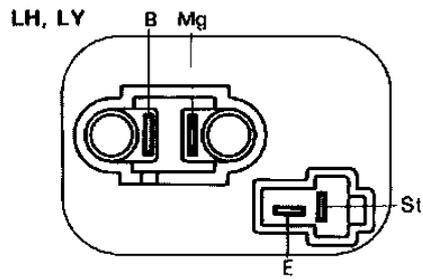
- Realizar prueba de retención:
- Mientras está conectado como se indica arriba con el émbolo afuera, desconecte el cable negativo del terminal C. Verifique que el émbolo permanezca afuera.
- Si el émbolo regresa hacia adentro, reemplace el interruptor magnético.



- Inspeccione el retorno del émbolo:
- Desconecte el cable negativo del cuerpo del interruptor. Compruebe que el émbolo vuelva hacia adentro.
- Si el émbolo no regresa, reemplace el interruptor magnético.



- Realizar prueba de rendimiento sin carga:
- Conecte el cable conductor al terminal C.
- Conecte la batería y un amperímetro al arrancador como se muestra.
- Compruebe que el motor de arranque gira de forma suave y constante con el piñón en movimiento. Compruebe que el amperímetro indique la corriente especificada. Corriente especificada: Menos de 120 A a 11,5 V.
- Prueba del Relé de arranque
- Ubicación:
- LH 11: Debajo del panel de instrumentos del lado del pasajero.
- LF, LN, LS, LX: En el faldón del guardabarros izquierdo del compartimiento del motor.
- LH 51, 61, 71: Debajo del medidor combinado
- LY: Debajo del panel de instrumentos del lado del pasajero.
- Inspección del relé de arranque. inspeccione el relé de arranque:
- Utilizando un ohmímetro, verifique la continuidad entre los siguientes terminales: E y St Continuidad. B y Mg No continuidad.



- Aplique voltaje de batería entre los terminales E y St. B y Mg Continuidad.
- Si la continuidad no es la especificada, reemplace el relé.

## Apéndice C: Plan de mantenimiento preventivo y correctivo del sistema de carga

### (Motor 2L)

Actividad	Frecuencia	Herramientas/Repuestos	Observaciones
• <b>Inspección visual del alternador, poleas y correas</b>	Cada 5,000 km	Linterna, multímetro	Verificar signos de desgaste o juego
• <b>Verificación de tensión de correa del alternador</b>	Cada mantenimiento programado	Tensiometro de correa	Ajustar según manual del fabricante
• <b>Limpieza de conexiones eléctricas del alternador</b>	Cada 10,000 km	Limpiador de contactos	Prevenir corrosión o falsos contactos
• <b>Medición de voltaje de salida del alternador (13.8–14.4 V)</b>	Cada 10,000 km	Multímetro	Diagnóstico rápido de funcionamiento
• <b>Reemplazo de escobillas gastadas (&lt; 5.5 mm)</b>	Según inspección	Escobillas, soldador	Longitud estándar: 20 mm
• <b>Cambio de rodamientos/cojinetes con ruido o asperezas</b>	Ante falla o ruido	Cojinetes, martillo plástico	Lubricar o reemplazar según necesidad
• <b>Sustitución de regulador IC defectuoso</b>	Bajo voltaje o sobrevoltaje	Regulador IC nuevo	Verificar con prueba directa en campo
• <b>Reparación o cambio de rectificador dañado</b>	Fallas en carga	Diodos, soldador	Confirmar continuidad con multímetro

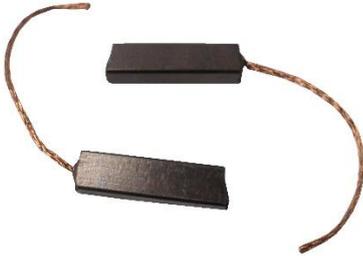
**Apéndice D: Plan de mantenimiento preventivo del sistema de arranque (Motor 2L)**

<b>Actividad</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Herramientas/Repuestos</b>	<b>Criterio Técnico</b>
• <b>Inspección visual del motor de arranque</b>	Cada 10,000 km	Linterna, destornillador	Verificar estado físico y conexiones
• <b>Verificación de conexiones eléctricas (terminales, fusibles)</b>	Cada mantenimiento	Multímetro	Confirmar continuidad
• <b>Limpieza de contactos del solenoide</b>	Cada 20,000 km	Lija fina, limpiador dieléctrico	Evitar falsos contactos
• <b>Medición de caída de tensión durante arranque</b>	Cada 10,000 km	Multímetro	Detectar alta resistencia interna
• <b>Revisión de escobillas (&gt; 9.5 mm mínimo)</b>	Cada 20,000 km o si falla el arranque	Pie de rey	Reemplazo si están desgastadas
• <b>Prueba en banco del motor de arranque</b>	Al presentar fallas	Banco de pruebas	Comprobación de funcionamiento y torque
• <b>Revisión de piñón de engrane y mecanismo Bendix</b>	Anualmente	Grasa, extractor	Confirmar libre desplazamiento y retorno

### Apéndice E: Plan de mantenimiento correctivo (Sistema de carga y arranque)

Recomendación	Justificación Técnica
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Reemplazar los carbones del alternador si están por debajo de 5.5 mm</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Para mantener el contacto adecuado y evitar fallas en carga</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Sustituir los cojinetes del alternador o motor de arranque si presentan asperezas</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Evita daños mayores y ruido en el sistema</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Cambiar el regulador de voltaje si el voltaje supera 14.8 V o es menor de 13.5 V</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Protege el sistema eléctrico de sobrecarga o insuficiencia</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Revisar y limpiar periódicamente las conexiones eléctricas</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Reduce riesgos de corto circuito y mejora la eficiencia del sistema</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Probar el motor de arranque en banco antes de reinstalar</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Confirma su correcto funcionamiento fuera del vehículo</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Sustituir el piñón de arranque si presenta desgaste en los dientes</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Asegura el acoplamiento correcto con el volante del motor</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Reemplazar el conmutador si presenta desgaste excesivo o descentramiento mayor a 0.05 mm</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Mejora el rendimiento eléctrico y reduce chispas</li> </ul>

### Apéndice F: Presupuesto de mantenimiento correctivo

Repuestos	Imagen	Costos
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Juego de carbones del alternador</li> </ul>		20.00
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Juego de carbones del arrancador</li> </ul>		25.00
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cojinetes del alternador</li> </ul>		15.00
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cojinetes del motor de arranque</li> </ul>		15.00
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regulador de voltaje</li> </ul>		40.00
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Juego de arnés de batería</li> </ul>		20.00
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Piñón de arranque</li> </ul>		125.00

<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Conmutador o solenoide de motor de arranque</b></li></ul>		250.00
<b>TOTAL</b>		410.00