

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE CONCEPCIÓN - REY BALDUINO DE BÉLGICA

**RECONSTRUCCIÓN Y RECUPERACIÓN FUNCIONAL DEL SISTEMA DE
TRANSFERENCIA 4X4 (TRANSFER VF2CM) DE TOYOTA HILUX 2016–2019**

Trabajo de Titulación para optar al Título de
Técnico Universitario en **MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

Alumno: Héctor Patricio Briceño Díaz

Profesor guía: Carlos Garay Burgos



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN Y CONFIDENCIALIDAD DE MONOGRAFÍA A REPOSITORIO ACADÉMICO

1.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO ACADÉMICO

Tipo de monografía (marcar una opción): ☒ Memoria o trabajo de título ☐ Tesis de Postgrado

Título del trabajo: Reconstrucción y recuperación funcional del sistema de transferencia 4x4 (Transfer VF2CM) de Toyota Hilux 2016–2019

Nombre del candidato(a): Héctor Patricio Briceño Díaz

Carrera / Grado: Técnico Universitario en Mecánica Automotriz

Campus: Sede Concepción **Departamento:** Mecánica

2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, Carlos Garay Burgos. en mi calidad de profesor(a) guía/director(a) del trabajo académico mencionado anteriormente **DEJO CONSTANCIA** que:

- He revisado esta versión del documento y corresponde a la versión final aprobada del trabajo.
- El trabajo cumple con los requisitos académicos y de formato establecidos por la institución.

3.- EVALUACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD POR PROPIEDAD INDUSTRIAL (marcar una opción)

☒ El trabajo **NO contiene** información que amerite confidencialidad y puede ser publicado de inmediato en repositorio con acceso abierto.

☐ El trabajo **CONTIENE** información con potenciales implicancias de propiedad industrial o intelectual y requiere un periodo de confidencialidad (**embargo**) por (marcar una opción):

☐ 6 meses ☐ 12 meses ☐ 2 años ☐ 3 años ☐ 5 años ☐ 10 años

Fundamentación de la necesidad de confidencialidad (obligatorio si se solicita embargo):

4.- FIRMAS

Profesor(a) guía o director(a) de memoria o tesis:

Fecha: 24/09/2026

Firma: _____

Estudiante o Candidato(a):

Fecha: 24/09/2026

Firma: _____

Este formulario debe ser insertado como página 2 de la memoria o tesis, completado y firmado por estudiante y profesor(a) antes de la entrega en portal PRISMA de Biblioteca USM.

AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a la **Universidad Técnica Federico Santa María**, sede Concepción – Rey Balduino de Bélgica, por haberme brindado las herramientas y conocimientos necesarios para desarrollarme profesionalmente en el área de la mecánica automotriz.

A todos los profesores del área mecánica automotriz, por su constante apoyo, disposición y orientaciones técnica durante el desarrollo de este trabajo.

A toda mi familia, por su apoyo, paciencia, comprensión y motivación incondicional en todo momento, siendo el pilar fundamental que me impulsó a cumplir esta meta.

Y, por último, pero no menos importante, a mis colegas y amigos, quienes con su experiencia y ayuda hicieron más enriquecedor este proceso de formación.

Finalmente debo agradecer a mi pareja quien vivió a mi lado todo el proceso de inicio a fina, con su apoyo incondicional y perseverancia en no permitir que me rindiera en ni un momento.

RESUMEN

El presente informe analiza el sistema de transferencia (Transfer) de la camioneta Toyota Hilux 4x4, modelos 2016 al 2019, con el propósito de identificar, diagnosticar y reparar una falla que impedía el correcto acoplamiento del sistema de tracción en las cuatro ruedas. El estudio aborda inicialmente la evolución histórica de los sistemas de transmisión 4x4, describiendo sus principales componentes, tipos de tracción, mecanismos de accionamiento y principios de funcionamiento que permiten la distribución eficiente de la potencia hacia los distintos ejes del vehículo.

Posteriormente, se desarrolla un análisis técnico de la Toyota Hilux 2018, detallando sus características mecánicas, electrónicas y estructurales, con especial énfasis en el conjunto de transferencia VF2CM y sus componentes eléctricos y mecánicos. Esta revisión permitió comprender el funcionamiento integral del sistema y establecer una base para la detección de fallas en sus mecanismos de control y accionamiento.

La investigación se centra en un caso real de avería donde el vehículo presentaba imposibilidad de activar los modos 4H y 4L, permaneciendo únicamente en tracción 2WD.

Mediante procedimientos de diagnóstico eléctrico y mecánico, inspección de componentes internos y evaluación del actuador de cambio, se determinó que la falla estaba asociada a la presencia de humedad, corrosión y sulfatación en el interior del actuador de transferencia, provocando interrupciones en la comunicación y funcionamiento de los sistemas de control.

Como solución, se realizó el reemplazo del actuador defectuoso, la sincronización de los mecanismos internos y la renovación del lubricante del transfer, verificando posteriormente el correcto funcionamiento del sistema de tracción en todas sus modalidades. Finalmente, se presenta un análisis de costos de reparación y se proponen recomendaciones de mantenimiento preventivo orientadas a prolongar la vida útil del sistema y disminuir la ocurrencia de fallas similares.

En conclusión, este trabajo demuestra la importancia de combinar procedimientos de diagnóstico técnico, conocimientos de electrónica automotriz y mantenimiento especializado para garantizar la confiabilidad de los sistemas de tracción 4x4 modernos, aportando además una guía práctica para estudiantes y profesionales del área de la mecánica automotriz.

Índice

Agradecimiento	3
RESUMEN.....	4
Índice	6
INTRODUCCIÓN	8
OBJETIVO GENERAL:.....	10
OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	10
CAPÍTULO 1: Evolucion de la transmision 4x4.....	11
1.1.Historia de la transmisión 4x4	11
1.2.Características del Dernburg-Wagen	12
1.3.Sistema de transmisión.....	13
1.3.1.Tipos de transmisión	14
1.3.2.RELACIÓN DE TRANSMISIÓN.....	21
1.4.Sistemas de accionamiento del 4x4.....	27
1.4.1.CUBO DE RUEDA LIBRE.....	27
1.4.2.Cubos de rueda con bloqueo automático	28
1.4.3.Accionamiento del 4x4 por palanca	31
1.4.4.Accionamiento 4x4 eléctrico.	32
1.5.SISTEMA 4X4	33
1.5.1.SISTEMAS DE TRANSFER Y DIFERENCIAL.....	33
1.5.2.Tipos de transferencia :	36
1.5.3.SISTEMAS DE DIFERENCIAL:.....	37
1.6.TIPOS DE TRACCION 4x4	46
1.6.1.Tracción parcial 4WD- part time:	46
1.6.2.Tracción total 4WD- full time:	47
1.6.3.Traccion AWD- All wheel drive:.....	48
CAPÍTULO 2: TOYOTA HILUX 2018 4X4.....	49
2.EVOLUCION TOYOTA HILUX	49
2.1CARACTERISTICAS TECNICAS HILUX 4X4 2018 (GUN125-DTFH-W)	49
2.2.1MOTOR.....	49
2.2.2TRANSMISIÓN	50
2.2.3CHASIS.....	50
2.2.4DIMENSIONES EXTERIOR	51
2.2.5DIMENSIONES INTERIORES	51
2.2.6DIMENSIONES DE CAJA.....	51
2.2.7PESO Y CAPACIDADES.....	51

2.2.8EQUIPAMIENTO EXTERIOR.....	52
2.2.9EQUIPAMIENTO INTERIOR.....	52
2.2.10EQUIPAMIENTO DE SEGURIDAD	53
2.3COMPONENTES EN CONJUNTO TRANSFER VF2CM.....	54
2.3.1Ubicación componentes electricos transfer VF2CM.....	64
CAPÍTULO 3: FALLA DE CONTROL EN TRANSFER TOYOTA HILUX 2017/201868	
3.1 LISTA DE FALLAS MAS COMUNES DE TRANSFER TOYOTA	68
3.2MANTENENIMIENTO DE TRANSFER TOYOTA VF2CM.....	68
3.2.1Tipo de lubricante correspondiente para transfer.	68
3.2.2Procedimiento cambio de cambio de aceite transfer	68
3.3Inspección de los componentes mecánicos de transfer	70
3.3.1 Inspección eje de entrada de la transferencia.....	70
3.3.2Inspección del conjunto del engranaje del planetario.....	71
3.3.3Inspección del subconjunto del piñón impulsor de transferencia	72
3.3.4Inspección del eje de salida de la transferencia trasera.	74
3.3.5Inspección del manguito del embrague de la transmisión delantera.	75
3.3.6 Inspección del maguito de embrague de alta y baja de transferencia.....	76
3.4Inspección del conjunto del actuador de cambio de la transferencia VF2CM.....	77
3.4.1chaqueo del interruptor 2WD a 4WD HIGH.	77
3.4.2Verificación del interruptor 4WD LOW a 4WD HIGH.	79
3.4.3Verificación del interruptor 4WD LOW a 4WD HIGH.	81
3.4.4Verificación del interruptor 4WD HIGH a 2WD.....	83
3.5DESCRIPCION Y ANALISIS DE LA FALLA EN LA TRANSFER	85
3.6Comienzo de diagnóstico de la falla	85
3.7Reparación de la falla.....	88
3.7.1Procedimiento de ensamble del conjunto actuador	88
CAPÍTULO 4: COSTOS DE REPARACIÓN TRANSFER TOYOTA HILUX 2016/2019	
.....	95
4COSTOS.	95
4.1Informe facilitado por el taller SERVIVIO AUTOMOTRIZ LICHELOT	96
4.2Valor actuador de cambio de transferencia usado.....	97
4.3Cotización formal actuadora de cambio de transferencia	98
Conclusión:	99
Bibliografía.....	100

INTRODUCCIÓN

El sistema de transmisión 4x4 ha experimentado un importante desarrollo tecnológico en las últimas décadas, incorporando mecanismos cada vez más eficientes y precisos para mejorar la capacidad de tracción, la estabilidad y el desempeño del vehículo en distintos tipos de terreno. Dentro de estos avances, los sistemas de transferencia (transfer) de accionamiento eléctrico han reemplazado progresivamente a los mecanismos manuales, introduciendo mejoras significativas en comodidad y automatización. Sin embargo, esta evolución también ha traído consigo nuevas fallas asociadas a los componentes electrónicos, sensores y actuadores que componen dichos sistemas.

En este contexto, el presente trabajo de titulación aborda el análisis, diagnóstico y reparación del sistema de transferencia del vehículo Toyota Hilux 4x4, en los modelos comprendidos entre los años 2016 y 2019. Este vehículo, ampliamente utilizado en sectores industriales, agrícolas y de transporte, se caracteriza por su robustez y por incorporar tecnología de tracción avanzada que combina seguridad, eficiencia y rendimiento. No obstante, como cualquier sistema mecánico y electrónico, se encuentra expuesto al desgaste, condiciones ambientales adversas y fallas que afectan su funcionamiento.

El estudio se centra en una falla real presentada en una Toyota Hilux 2016, la cual impedía el acoplamiento de la doble tracción tanto en 4H como en 4L, limitando la operación del vehículo únicamente a tracción simple (2WD). La presencia de testigos como ABS y el parpadeo de la luz 4x4 en el tablero indicaban un problema en el sistema de transferencia, específicamente asociado al actuador de cambio. A través de un proceso sistemático de inspección, se detectó la presencia de agua, sulfato y corrosión interna, factores que provocaron

pérdida de continuidad eléctrica y fallos en la comunicación entre los mecanismos de engrane y los sensores internos.

Para abordar este problema, se realizó una revisión detallada del funcionamiento del sistema 4WD, los tipos de transfer incorporados por Toyota y los principios básicos de transmisión aplicados en vehículos todoterreno. Posteriormente, se llevaron a cabo pruebas eléctricas, desmontaje del actuador, mediciones técnicas y una evaluación comparativa del estado de los componentes. Tras determinar el origen de la falla, se ejecutó la reparación correspondiente mediante el reemplazo completo del actuador, seguido de la sincronización de engranajes y el cambio del lubricante de transferencia, logrando restablecer la operatividad del sistema.

El trabajo no solo documenta el proceso de diagnóstico y reparación, sino que también aporta información técnica relevante para comprender el comportamiento de los sistemas 4x4 modernos y sus posibles fallas. Asimismo, se incluyen recomendaciones de mantenimiento preventivo y un análisis de los costos asociados, elementos fundamentales para la gestión eficiente de estos sistemas en talleres mecánicos y para la formación de futuros técnicos automotrices.

En conjunto, este estudio busca contribuir al desarrollo de competencias en el ámbito de la mecánica automotriz, fortaleciendo el conocimiento aplicado sobre sistemas de transferencia y ofreciendo una guía práctica para la detección, análisis y reparación de fallas en vehículos con tracción 4x4.

OBJETIVO GENERAL

Reconstruir el sistema de transferencia (Transfer) del vehículo Toyota Hilux, años 2016–2019, con el propósito de restablecer el correcto funcionamiento del sistema de acoplamiento 4x4, mediante la aplicación de procedimientos de diagnóstico, verificación eléctrica y mecánica, desarme, evaluación y reparación del actuador de cambio, determinando las causas que originan la falla y estableciendo lineamientos técnicos para su mantenimiento preventivo.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Describir el funcionamiento y la arquitectura del sistema de transferencia VF2CM de la Toyota Hilux 2016–2019, considerando la interacción de sus componentes mecánicos, eléctricos y electrónicos involucrados en el acoplamiento del sistema 4x4.
2. Diagnosticar la falla de acoplamiento del sistema 4x4 mediante procedimientos de inspección y verificación eléctrica y mecánica, identificando las causas del mal funcionamiento del actuador de cambio y de los componentes asociados.
3. Reconstruir y validar el sistema de transferencia mediante el desarme, evaluación, reparación o reemplazo de los componentes defectuosos del actuador de cambio, realizando pruebas operacionales que permitan comprobar el correcto funcionamiento del sistema 4x4 y estimar los costos asociados a la reparación.

CAPÍTULO 1: EVOLUCION DE LA TRANSMISION 4X4

1.1. Historia de la transmisión 4x4

La tracción en las cuatro ruedas data desde la invención del automóvil, pero el registro del primer vehículo con doble tracción que aparece en la historia fue producido por Mercedes Benz en el año 1907 el cual recibió el nombre de Dernburg-Wagen, el cual tenía la finalidad de transitar largos viajes por caminos que no existían o de superficies irregulares y así poder llegar a otras colonias alemanas.

Tras haber sido testeado durante casi 1700 en todo tipo de terrenos llegó a Namibia donde paso a ser el vehículo del embajador Bernhard Dernburg quien lo solicitó para así poder moverse en los terrenos complicados que se daban en las colonias africanas. En honor a él fue que recibió el nombre de Dernburg-Wagen. En 1910 el vehículo fue entregado a manos de la policía de Swakopmund.

Vehículo el cual después de la primera guerra mundial no se volvió a ver.



Figura 1-1: vehículo Dernburg-Wagen

Fuente: Smithsonian National Museum of American History

1.2. **Características del Dernburg-Wagen**

- Tenía una altura libre de 32cm al suelo.
- Estaba estructurado por un largo de 5 metros y 4 metros de distancia entre eje y eje.
- Su pesaje era de 3,6 toneladas.
- Constaba de un motor de cuatro cilindros de 6.9 litros de potencia y 34 CV.
- Podía llegar a una velocidad máxima de 40 km/h.
- Sus neumáticos eran de goma con cámara para regular su presión de acuerdo al terreno.
- Su capacidad era de 2 personas en su parte delantera y 4 personas en su parte trasera.
- Sistema de refrigeración el cual estaba compuesto por dos radiadores y dos depósitos para lograr conservar el motor en su temperatura adecuada si se circulaba a más de 9km/h.

Sin embargo, el desarrollo de la tecnología 4x4, así como la mayoría de los grandes logros tecnológicos en los automóviles surge en la segunda guerra mundial en el momento cuando el equipo militar norteamericano comienza a necesitar un vehículo táctico apto para todos los terrenos por lo cual se llama a un concurso, donde resulto escogida la firma Bentam en 1940.

Debido a los pocos resultados en el proceso de fabricación es que el ejército estadounidense se vio obligado a recurrir a otras formas como lo fue Ford para completar la producción. En este momento cuando aparece en el mercado el conocido jeep, no como marca, sino siendo un ejemplo de vehículo de guerra 4x4, el cual a diferencia del vehículo visto anteriormente este constaba de una carrocería más pequeña y de menos peso mejorando su agilidad.



Imagen 1-2: primer vehículo de guerra 4x4

Fuente: *Historic Vehicle Association* - HVA

Finalizada la segunda guerra mundial en 1946 es cuando la firma Willys lanza al mercado una versión civil del jeep con el modelo CJ-A2 y patenta la marca. Su acogida fue vertiginosa, principalmente por los veteranos que nunca perdieron el cariño al primer modelo.



Imagen 1-3: jeep CJ-A2

Fuente: *Historic Vehicle Association* - HVA

Tiempo más tarde en 1948 la marca lanza la versión Station Wagon para el uso familiar.

1.3. SISTEMA DE TRANSMISIÓN

La fuerza necesaria para que un vehículo se desplace es generada por el motor produciendo un giro el cual es transmitido a las ruedas mediante un conjunto de mecanismos que forman el sistema de transmisión.

El sistema de transmisión de un vehículo es un conjunto de piezas el cual tiene como función transmitir la potencia generada por el motor de manera directa hacia las ruedas del auto, para así este lograr su desplazamiento, en pocas palabras es el encargado de transformar la energía térmica en energía mecánica. Durante este proceso, el par motor se adapta a las necesidades de conducción, determinadas por unas condiciones de marcha que varían en función de la velocidad y de la carga

1.3.1. Tipos de transmisión

En las modalidades de transmisiones del automóvil nos encontramos con dos tipos de accionamiento, el cual puede ser de forma manual o de forma automática.

- Transmisión automática: es un sistema en el cual las marchas pasan de manera automática de acuerdo a la velocidad mientras el vehículo está en movimiento sin que el conductor realice ni una intervención y así evitar que el uso de la palanca de cambios.

La transmisión automática funciona mediante presiones de aceite y engranajes. Según la posición de la palanca y la del pedal del acelerador, un sensor emite una señal la cual es detectada por la computadora del vehículo para seleccionar la marcha óptima.

Este tipo de transmisión son un alivio para la conducción, ya que libera al conductor de la tarea de pasar los cambios manualmente.



Imagen 1-4: palanca de cambio automática

Fuente: km77.com

- Transmisión manual: nos enfocaremos en el sistema de transmisión manual también conocido como sistema de transmisión mecánico y es en el cual el conductor debe manipular el embrague y el decide cuando realizar el cambio de marcha mediante una palanca ubicada en medio de los dos asientos delanteros y también se debe utilizar un tercer pedal que libera y engancha un disco de embrague para la selección de la marcha más conveniente lo cual genera un mejor control del vehículo ya que se puede elegir cuando y que marcha se ocupa.



Imagen: 1-5: palanca de cambio mecánica

Fuente: American Honda Motor Co., Inc. (2013), 2014 CR-Z: *Farther, faster.*

Componentes del sistema de transmisión manual

Para que una transmisión manual funcione hay una variedad de componentes los cuales trabajan en sincronía los cuales se mencionaran a continuación.

Kit de Embrague: este mecanismo se encuentra ubicado entre el motor y la caja de velocidades o caja de cambios y su función es que el conductor pueda realizar a su voluntad el acoplamiento y desacoplamiento entre el motor y las ruedas el cual se produce en el volante de inercia de un motor, con el aprieta un disco de fricción, que a su vez se encuentra estriado al eje primario de la caja de cambios.

En palabras simples el embrague se encarga de cortar o transmitir el giro del motor a la caja de cambios y de esta a las ruedas para que el vehículo pueda moverse o estar detenido sin necesidad de detener el motor y también realizar el cambio de marchas

El kit de embrague se compone en tres piezas las cuales son disco, prensa diafragma y cojinete de empuje.

Un embrague debe tener la una gran resistencia para así soportar la fuerza de la rotación del motor a las ruedas, además debe ser progresivo y elástico para no producir acoplamientos bruscos al momento de poner en marcha el automóvil ni al momento de producir el cambio de marchas al ir aumentando la velocidad y viceversa.



Imagen: 1-5: palanca de cambio mecánica

Fuente: bigtunaonline, 123RF

Árbol de transmisión

Un árbol de transmisión es un elemento del sistema de transmisión que se encarga de llevar el giro del motor a las ruedas que se encuentran en un eje diferente, estos los encontramos presentes en vehículos en los cuales el motor está en la sección delantera y su tracción es trasera o tracción 4x4. El árbol de transmisión se encuentra sometido a torsión, o bien a flexión y torsión al mismo tiempo.

En síntesis, su labor es comunicar la caja de cambio con el diferencial, pero no es solamente una simple barra ya que debe tener movilidad y no generar ruidos ni vibraciones al momento de circular en el vehículo.

En los casos cuando el motor tiene un torque mayor este suele dividirse en dos o más barras las cuales son unidas por los cardanes o junta elástica.

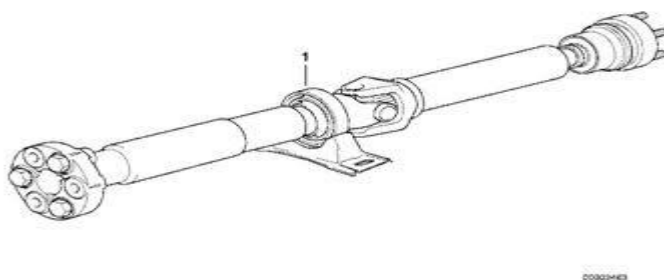


Imagen 1-7: árbol de transmisión

Fuente: Toyota Motor Corporation, *Propeller shaft assembly (for 4WD)*

Componentes árbol de transmisión

Árbol: es una barra encargada de transmitir el giro la cual está fabricada de componentes de alta resistencia para soportar el par motor sin sufrir daños. Como fue mencionado anteriormente dependiendo del toque del vehículo podemos encontrar uno, dos o hasta tres arboles denominados árbol posterior y árbol anterior en el caso de tener dos y cuando son tres se agrega un árbol central.

Juntas cardánicas: permite que el giro pueda ser transmitido entre dos o más ejes y es necesario que tengan la misma resistencia de el o los árboles para soportar la fuerza que realizan en su trabajo, está diseñado para poder transmitir un giro eficaz con cambios de ángulo de hasta 25° En los casos que solo encontremos un árbol, encontraremos solamente dos juntas las cuales estarán ubicadas en cada extremo, uno para la unión de la caja de cambios y otro en el extremo opuesto para la unión al diferencial.

Juntas elásticas: cuando nos encontramos que el cambio de ángulo es mínimo no usaremos juntas cardanicas sino las llamadas juntas elásticas, la cual consiste en varios discos fabricados de un material elástico los cuales se encontraran en la unión del árbol fijados con tornillos que aportaran en la movilidad de entrada y de salida ayudando la junta elástica.

Una junta elástica puede soportar un cambio de ángulo de hasta 8° y de tener más de una junta elásticas el ángulo de movilidad se suma, es decir, de tener dos juntas elásticas nos encontraremos con un ángulo de hasta 16° .

Soporte árbol de transmisión: como ya vimos anteriormente el árbol de transmisión se encarga de comunicar la caja de cambios a un diferencial, pero en ese trayecto el árbol debe

estar fijado al chasis del vehículo y esa es la función que cumple un soporte de árbol de transmisión, dicho soporte podemos encontrarlo completamente fijo o también con algo de movilidad.

Maguito deslizante: en algunos vehículos podemos encontrarnos con este componente mecánico el cual es un segmento que varía su longitud según sea necesario. Este elemento es necesario cuando la distancia que hay entre la caja de cambios y el diferencial no es siempre la misma.

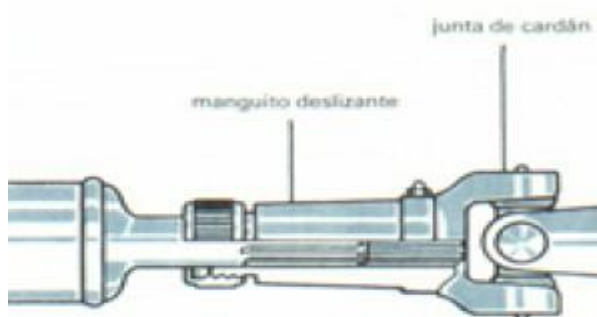


Imagen 1-8: manguito deslizante

Fuente: Taller 6to, *Esquema de transmisión y diferencial*.

Palieres: reciben del nombre de palieres o semiárboles de transmisión y se encargan de recibir el movimiento en un ángulo recto para enviarlo de manera directa a las ruedas, incluso en vehículos en los cuales no encontramos un árbol de transmisión.

Grupo cónico-diferencial: es un conjunto de engranajes de gran importancia dentro del sistema de transmisión, la función de este componente es regular la velocidad de las ruedas, ya que, estas giran a velocidades diferente según lo exija el camino, dando así mejor tracción en curvas. Cuando nos encontramos que dos ruedas van en línea recta el grupo diferencial se

mantiene neutro. Por otra parte, al momento de un vehículo entrar en una curva el diferencial se encarga de regular la velocidad de giro de las ruedas.

En el caso de no existir grupo cónico diferencial, al momento en que el vehículo tomara una curva, este tendría un giro igualado en las ruedas perdiendo tracción en la rueda opuesta a la que el automóvil está realizando la curva.

Componentes grupo cónico diferencial

- **Piñón de ataque:** transmite el par motor que se recibe del eje secundario (eje de salida) de la caja de cambios hacia la corona
- **Corona:** recibe los del piñón de ataque para ser transformado en un giro útil para el giro de las ruedas del vehículo
- **Caja de satélite y planetarios:** es un sistema de engranajes nuclear el cual tiene por función diferenciar las velocidades de las ruedas en el momento en que el vehículo toma una curva. En la mayor parte de los vehículos se compone por dos satélites y dos planetarios.

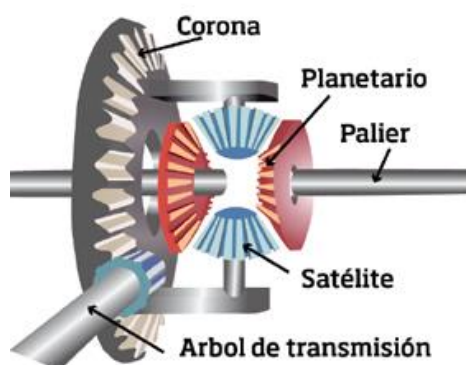


Imagen 1-8: componentes del diferencial

Fuente: Dirección General de Tráfico (DGT), *Mecánica y mantenimiento simple del automóvil*, 2025.

1.3.2. **RELACIÓN DE TRANSMISIÓN**

La relación de transmisión se refiere al cociente entre el diámetro del engranaje de entrada y el diámetro del engranaje de salida de un tren de engranajes. La relación de transmisión nos permite calcular la cantidad de dientes requeridos por cada engranaje para generar una velocidad de salida/velocidad angular o torque deseados.

El sistema de transmisión, por medio de las diferentes relaciones de sus engranajes, la cual permite que una misma cantidad de giro de un cigüeñal se transforme en una mayor cantidad de vueltas de giro en las ruedas de tracción.

Cuando se conectan dos engranajes uno de ellos es de mayor tamaño que el otro, por lo cual las velocidades de giro de estas son diferentes. Principalmente, la finalidad de la relación de transmisión es determinar el factor con el que aumenta o disminuye la velocidad de giro en un sistema de engranajes.

La relación de transmisión de engranajes se puede obtener dividiendo la velocidad de salida por la velocidad de entrada o dividiendo el número de dientes de la rueda conducida por el número de dientes de la rueda conductora. Como se demuestra en la siguiente formula

$$rt = \frac{Z_1}{Z_2}$$

$$rt = \frac{Ws}{We}$$

Donde rt = relación de transmisión, Z_1 = N° dientes rueda conducida, Z_2 = N° dientes rueda conductora, Ws =velocidad de salida, We = velocidad de entrada

Para determinar la relación de transmisión debe haber al menos dos ruedas dentada de las cuales se deber saber conocer tanto el número de dientes de la rueda conductora de movimiento como de la que recibe el movimiento.

En las transmisiones de transmisión de los vehículos, a menudo se ocupa el valor inverso de este número ($\frac{1}{Rt}$), entregando cuantas veces gira la caja de cambios por cada vuelta que da el motor.

Acorde a los valores obtenidos se pueden calificar las diferentes marchas de la caja de cambio como en:

Marchas cortas: es cuando las vueltas del diferencial son menores a las vueltas del motor, eje: por una vuelta del motor, las vueltas del diferencial serán 0,66.

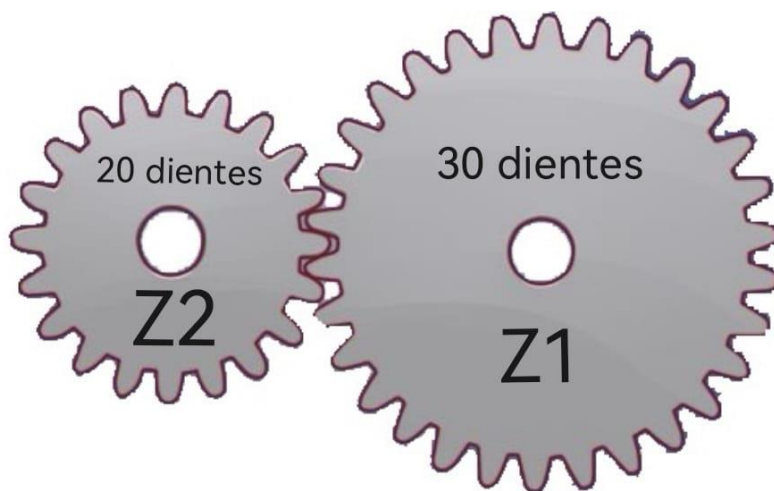
Marchas largas: en este caso el diferencial gira más vueltas de las vueltas que realiza el motor, eje: por una vuelta del motor se entregan 1,15 vueltas al diferencial. Este tipo de marcha se divide en dos:

Marchas directas: las vueltas entre el motor y el diferencial son prácticamente del mismo número, eje: una vuelta del motor entrega 0,98 vueltas al conjunto diferencial. Por lo general la cuarta marcha es una marcha directa.

Marchas superdirectas: entregan más vueltas al diferencial de las que realiza el motor y en esta están integradas la quinta y la sexta marcha, las cuales son utilizadas para cumplir

con las normas de contaminación, ya que disminuyen las revoluciones del motor junto con el consumo de combustible y la emisión de gases contaminantes.

Ejemplo relación de transmisión de dos ruedas dentadas



Fuente: propia

Se divide la cantidad de dientes de la rueda que conduce a la cantidad de dientes de la rueda conductora. Según tus requerimientos, el resultado puede ser presentado con un número decimal, una fracción o en forma de relación, o sea, x: y

$$R_t: 30/20=1.5$$

El resultado anterior lo podemos escribir como 1.5:1 lo que quiere decir que la rueda conductora pequeña debe dar un giro y medio para que la rueda conductora más grande logre completar una vuelta.

Esta fórmula aplica solo para calcular la relación de transmisión de una caja de cambios sin diferencial.

Ejemplo de cálculo de la relación de transmisión en una caja sin conjunto diferencial

Marcha	Primera	Segunda	Tercera	Cuarta	Quinta	Reversa
Nº de dientes engranaje conducido (Z_1)	42	36	34	30	28	40
Nº de dientes engranaje conductor (Z_2)	13	17	21	27	31	15

Cálculo aplicando la formula con los datos entregados

Rt primera marcha: $\frac{Z_1}{Z_2} : \frac{42}{13} = 3,23$ (menor velocidad pero mayor

fuerza para la salida)

Rt segunda marcha: $\frac{36}{17} = 2,12$ (una mayor velocidad pero menos

fuerza)

Rt tercera marcha: $\frac{34}{21} = 1,62$ (relación intermedia)

Rt cuarta marcha: $\frac{30}{27} = 1,11$ (relación prácticamente directa)

Rt quinta marcha: $\frac{28}{31} = 0,93$ (mayor velocidad y menos fuerza, s a la

que se le conoce como sobre marcha)

Marcha atrás: $\frac{40}{15} = 2,67$ (fuerza necesaria para la reversa sin una

velocidad excesiva)

Luego para obtener la cantidad de vueltas que transmite cada marcha al conjunto diferencial por cada vuelta del motor se divide entre 1 la relación obtenida como se mencionó anteriormente:

$$\text{Primer marcha: } \frac{1}{3,23} = 0,31$$

$$\text{Segunda marcha: } \frac{1}{2,12} = 0,47$$

$$\text{Tercera marcha: } \frac{1}{1,62} = 0,62$$

$$\text{Cuarta marcha: } \frac{1}{1,11} = 0,90$$

$$\text{Quinta marcha : } \frac{1}{0,93} = 1,08$$

$$\text{Marcha atrás: } \frac{1}{2,67} = 0,37$$

Relación de transmisión en una caja de cambio simplificadas:

En este caso se calcula directamente la relación de transmisión final a las ruedas, debido a que se incorpora la relación de transmisión con la siguiente formula:

$$Rt: \frac{Z_1}{Z_2} \times \frac{Z_3}{Z_4}$$

Z_1 = N° de dientes del piñón conducido

Z_2 = N° de dientes del piñón conductor

Z_3 = N° de dientes de la corona del diferencial

Z_4 = N° de dientes del piñón de ataque diferencial

Aplicación de cálculo de relación de transmisión de caja simplificada

Marcha	Primera	Segunda	Tercera	Cuarta	Quinta	Reversa
Nº de dientes engranaje conducido (Z_1)	44	38	34	28	26	39
Nº de dientes engranaje conductor (Z_2)	14	18	24	28	32	16
Z_3/Z_4	59/17	59/17	59/17	59/17	59/17	59/17

$$\text{Primera marcha: } \frac{44}{14} \times \frac{59}{17} = 10,91$$

$$\text{Segunda marcha: } \frac{38}{18} \times \frac{59}{17} = 7,33$$

$$\text{Tercera marcha: } \frac{34}{24} \times \frac{59}{17} = 4,92$$

$$\text{Cuarta marcha: } \frac{28}{28} \times \frac{59}{17} = 3,47$$

$$\text{Quinta marcha: } \frac{26}{32} \times \frac{59}{17} = 2,82$$

$$\text{Reversa: } \frac{39}{16} \times \frac{59}{17} = 8,46$$

Al igual que se hizo anteriormente se divide 1 entre cada relación de transmisión para calcular las vueltas que transmite cada velocidad a la rueda por cada vuelta del motor.

$$\text{Primera marcha: } \frac{1}{10,91} = 0,09 \quad \text{Segunda marcha: } \frac{1}{7,33} = 0,14 \quad \text{Tercera}$$

$$\text{marcha: } \frac{1}{4,92} = 0,20$$

$$\text{Cuarta marcha: } \frac{1}{3,47} = 0,29 \quad \text{Quinta marcha: } \frac{1}{2,82} = 0,35 \quad \text{Reversa}$$

$$: \frac{1}{8,46} = 0,12$$

1.4. SISTEMAS DE ACCIONAMIENTO DEL 4X4

Hay diferentes tipos de accionamiento para las transmisiones 4x4, accionamiento manual y automático, en el del tipo manual requiere la ayuda del conductor del vehículo manualmente para conectar o desconectar las ruedas delanteras, en el tipo automático no requiere la presencia o ayuda del conductor del vehículo ya que se activa automáticamente al colocar la palanca en modo de tracción a las cuatro ruedas.

1.4.1. CUBO DE RUEDA LIBRE

Tiempo atrás en los 4x4 más antiguos en mucho de ellos conectar la doble tracción consistía de dos pasos, conectar la doble tracción desde el interior del vehículo, con una palanca, y bajarse a conectar cubos de las ruedas delanteras, para así enganchar las masas de las ruedas a los ejes palieres o semiejes, sin embargo, este sistema en los vehículos más moderno ha sido reemplazado, reemplazo el cual no ha sido para mejor en ciertos aspectos. Los cubos de bloque o también conocidos como cubos de rueda libre, son un accesorio el cual permite que las ruedas delanteras sean conectadas o desconectadas de los palieres delanteros.



Imagen 1-8: cubo de rueda

Fuente: WARN Industries, *4WD Hubs*.

El uso de cubos de rueda libre permite que ambas ruedas delanteras giren sin todo el mecanismo interior de la transmisión como por ejemplo ejes, diferencial y cardan se muevan,

esto quiere decir que las ruedas giran y todo el resto de sus componentes quedan inmóvil, lo cual permite disminuir la tensión de la transmisión. Los vehículos con este sistema pasaran la mayor parte de su tiempo en el modo de tracción solo en dos ruedas.

Así en caminos no asfaltadas, en mal estado o cubiertas con nieve, el cubo de la rueda libre se bloquea en modo 4WD, pero en caminos normales y autopistas se utiliza libre en modo 2WD.

Los beneficios aportados por los cubos de bloqueo incluyen un menor consumo, ruido, vibración y desgaste

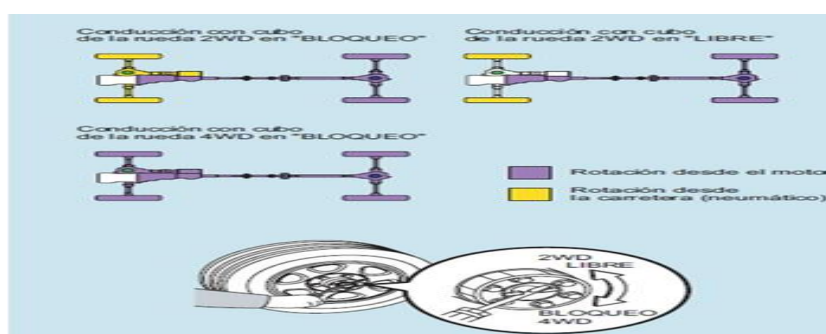


Imagen 1-9 accionamiento cubo de rueda

Fuente: Taller 6to (s. f.), *Sistemas de transmisiones mecánicas*.

1.4.2. Cubos de rueda con bloqueo automático

En los vehículos más antiguos no encontrábamos con cubos de bloqueo manual, pero en los vehículos modernos nos encontramos con los cubos de bloqueo automático el cual como su nombre lo indica su conexión es de manera automática al momento de activar la tracción en las 4 ruedas desde el interior del vehículo. El beneficio principal de este sistema es que el conductor no debía abandonar la cabina del vehículo para accionar o desactivar el sistema de tracción en las 4 ruedas sin embargo también se encontraban desventajas como que con este método la mayoría de los diseños necesitaban que el vehículo avanzara cierta distancia para así el cubo conectara o desconectara por lo cual este sistema no sirve para ocasiones en las que el vehículo quedase atascado de forma repentina antes de conectar la tracción en las cuatro

ruedas, razón por la cual los cubos de bloqueo automático requieren una mayor precaución por parte del conductor.



Imagen 1-10: cubo de rueda autobloqueante.

Fuente: WARN Industries, Inc., *Locking Hub Conversion Kit for D50/60*.

Este mecanismo es muy frecuente que pueda fallar ya que los estriados que llevan las piezas de engrane son muy pequeños ya que el acople se hace en marcha. Al final se desgastan los estriados y saltan de un diente a otro. Sabemos que nos están fallando los cubos de rueda porque al conectar el 4x4 se oye un ruido de carraca y al tocar los cubos de rueda estos están demasiado calientes.

Despiece de un cubo de rueda

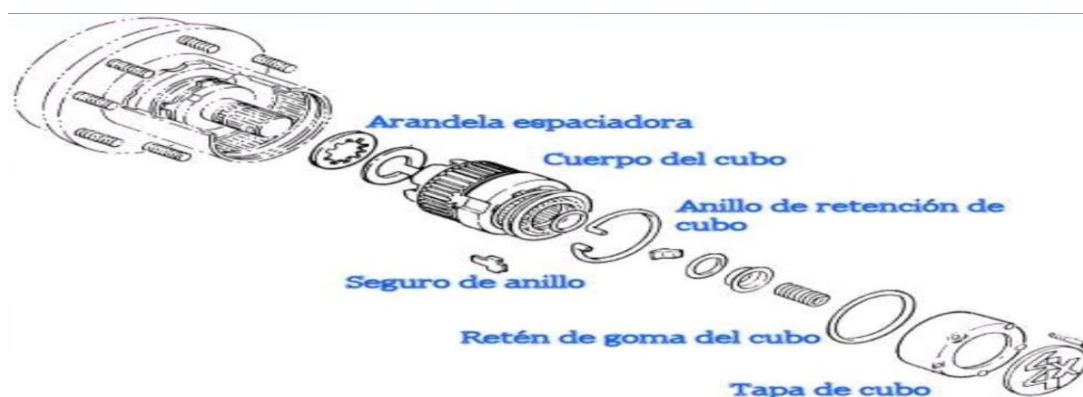


Imagen 1-11: componentes cubo de rueda

Fuente: Schaeffler (2002), *Montaje de rodamientos*.

Funcionamiento del cubo de rueda

I. Para vehículos de cubo con bloqueo manual:

Para bloquear el cubo

- 1.- Detener el vehículo
- 2.- Accionar los cubos de ambas ruedas (delanteras) en posición de LOCK (bloqueo).
- 3.- Posicionar la palanca de transfer (caja reductora) en posición 4H o 4L(según sea necesario).

Para desbloquear el cubo

- 1.- Detener el vehículo
- 2.- Desactivar los cubos de ambas ruedas en posición FREE (libre).
- 3.- Posicionar la palanca del transfer en posición 2H.

II. Para vehículos de cubo con bloqueo automático:

Para bloquear el cubo

- 1.- Detener el vehículo
- 2.- Posicionar la palanca de transfer en posición 4H o 4L.
- 3.- Avanzar unos metros en el vehículo y los cubos se bloquearán automáticamente.

Para desbloquear el cubo

- 1.- Detener el vehículo
- 2.- Posicionar la palanca de transfer en 2H
- 3.- Retroceder lentamente el vehículo al menos un metro, los cubos se desbloquean automáticamente.

1.4.3. Accionamiento del 4x4 por palanca

En este sistema existe una palanca de selección la cual se encuentra ubicada en el piso al lado de la palanca de la caja de cambios la cual llega a la caja de transferencia. Dentro de la caja de transferencia podemos encontrar 4 marchas que se pueden utilizar dependiendo las condiciones del terreno que se desea transitar las cuales son: posición 2H (tracción simple), posición 4H (tracción doble en alta), posición 4L (tracción doble en baja) posición N (neutro)



Imagen 1-12: palancas de cambio

Fuente: Toyota Motor Corporation, *Land Cruiser 70 Series*.

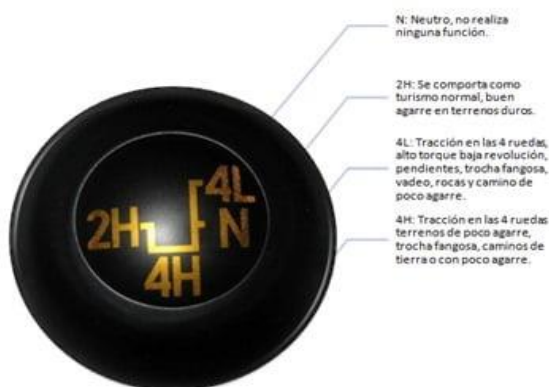
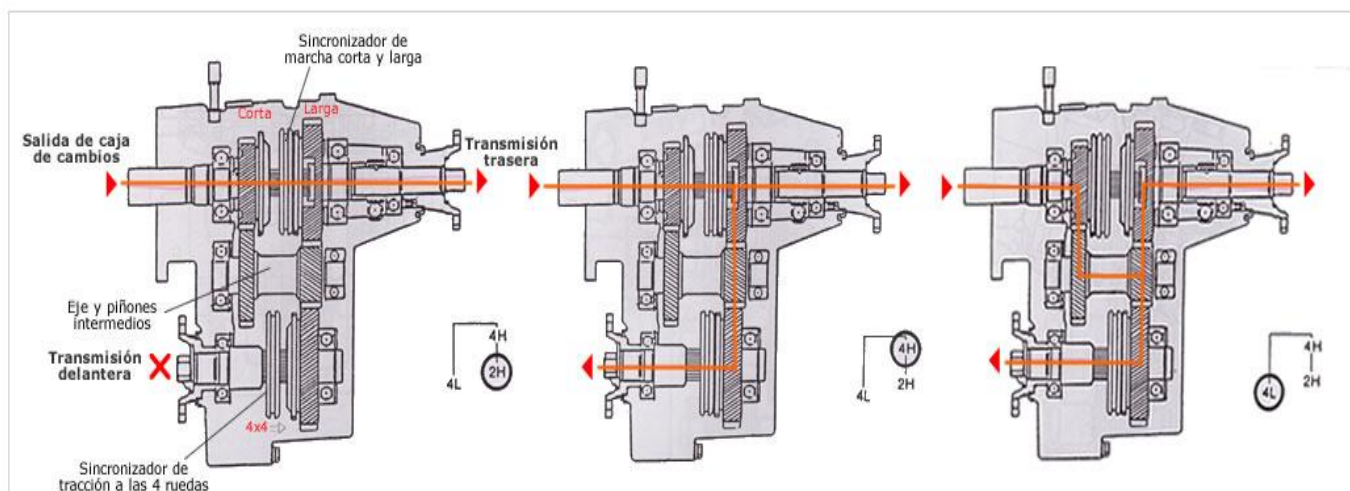


Imagen 1-13: posiciones selector 4x4.

Fuente: Mitsubishi Motors Corporation (2022), *Manual del propietario L200*.

Funcionamiento de la palanca en la caja de transferencia:



Fuente: Cortes (2010), *Teoría y técnica del automóvil*.

1.4.4. Accionamiento 4x4 eléctrico.

En los vehículos con sistema de accionamiento del 4x4 eléctrico el operador está obligado a girar o presionar un interruptor en el tablero del vehículo con el fin de activar el eje delantero del vehículo y el sistema de tracción en las cuatro ruedas. A diferencia del sistema de accionamiento manual, este sistema tiene un motor en la caja de transferencia para activar el sistema para mover las posiciones internamente. Este tipo de acopladores tiene la ventaja de ser más sencillos y libres de mantenimiento ya que no disponen de líquido, electrobomba y electroválvula.

El accionamiento del 4x4 es mediante un actuador de transferencia el cual puede requerir varios segundos para dedicarse por completo el eje delantero de la configuración de cuatro ruedas motrices

Para activar el sistema de tracción en las 4 ruedas del vehículo debe estar en movimiento en una menor velocidad, la velocidad en la que se logra acoplar el 4x4 va a depender únicamente del modelo y fabricante del vehículo.



Imagen 1-14: selectores 4x4 eléctrico

Fuente: EWRAPG, Alamy.

1.5. SISTEMA 4X4

¿QUE ES 4WD?

Es la abreviatura de 4- Wheel drive (tracción en las 4 ruedas). Este tipo de tracción más utilizada en vehículos todoterreno (off road), esto ayuda a mejorar la capacidad todoterreno y el manejo sobre caminos irregulares o resbaladizos; si la ruedas de uno de los ejes pierde tracción, se puede trasladar la fuerza impulsora al otro eje de forma accionando la tracción en las 4 ruedas, también mejora la maniobrabilidad del vehículo, permitiendo así al conductor poder afrontar curvas cerradas a alta velocidad.

1.5.1. SISTEMAS DE TRANSFER Y DIFERENCIAL

Vamos a conocer más a fondo sistemas de transfer y diferencial con los que viene equipados algunos de los vehículos 4x4 por ejemplo algunos vehículos Toyota, las cuales encontramos algunas conocidas, así como también sistemas nuevos, pero no de menor importancia para tener en cuenta al momento de realizar mantenimiento y/o reparación.

Toyota a lo largo de su trayectoria ha ido demostrando grandes cambios en los tipos de transmisión y sistemas de transferencia, ya que se ha reducido el uso de los tipos de sistemas manuales, encontrando la manera de remplazar estos los sistemas manuales con tecnología más electrónica buscando así una mayor eficiencia y comodidad para el usuario al momento de ponerlo en práctica



Imagen 1-15: caja de transferencia

Fuente: Stellantis (2018), *Alfa Romeo Q4: Active Transfer Case (ATC)*.

Transfer:

Es el encargado de activar y controlar la 4WD mediante los motores de cambio en el conjunto del actuador del cambio de transferencia.

De esta manera, la transferencia puede cambiar de relación de engranaje de la transmisión entre alta y baja; y bloquear y desbloquear el diferencial central.



Imagen 1-16: caja de transferencia

Fuente: Stellantis (2018), *Alfa Romeo Q4: Active Transfer Case (ATC)*.

ACTUADOR DE TRANSFERENCIA:

El conjunto del actuador de cambio de transferencia consta del mecanismo de conmutacion entre alto y bajo (para cambiar la relacion de engranajes de la transferencia) y el mecanismo de conmutacion entre libre y bloqueado para cambiar el bloqueo del diferencial central.

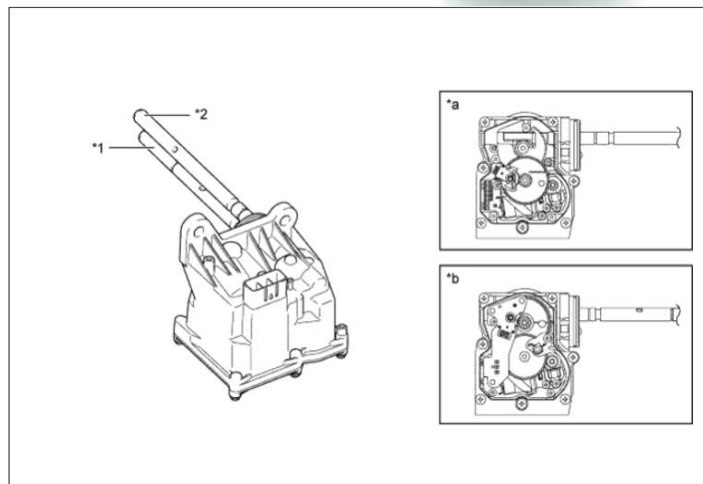


Imagen: 1-17: actuador eléctrico de caja de transferencia

Fuente: Toyota Motor Corporation. (s. f.). *Hilux repair manual: Manual transmission/transaxle* [Manual de reparación].

"1	Eje de la horquilla del cambio de bloqueo del diferencial central	"2	Eje de la horquilla del cambio H-L
----	---	----	------------------------------------

1.5.2. Tipos de transferencia:

En vehículos 4WD, el conducto por el que se transmite potencia del motor a los neumáticos es distinto para vehículos 4WD basados en FF que para vehículos 4WD basados en FR. A continuación, se muestran ilustraciones sencillas de las vías de transmisión de potencia para los distintos tipos de transferencia

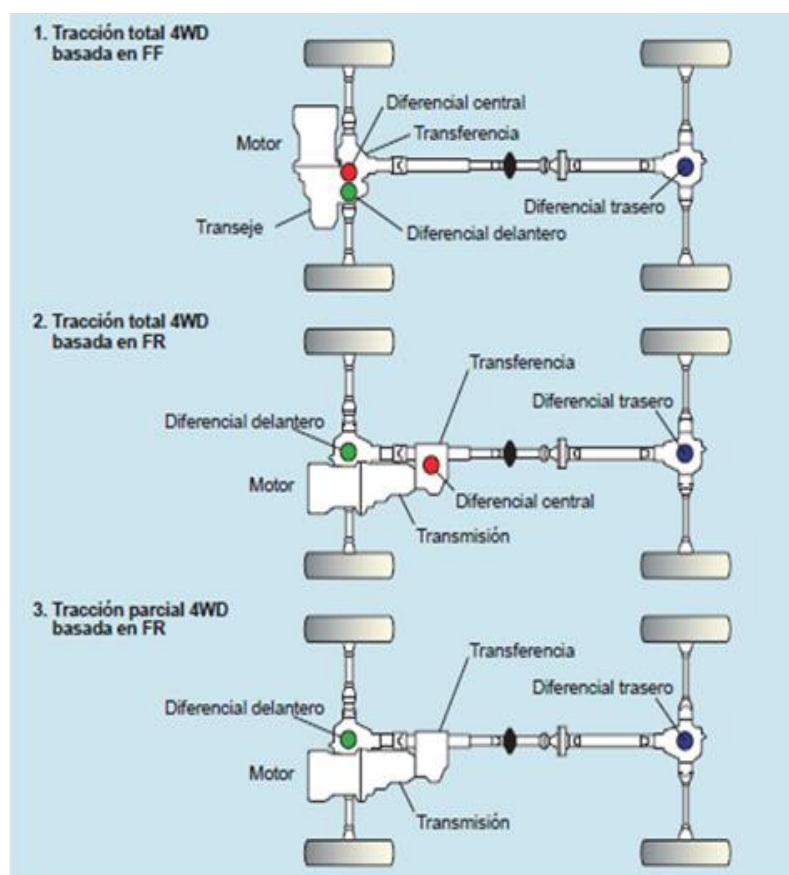


Imagen 1-18: tipos de tracción.

Fuente: Toyota Motor Corporation, *Técnico de diagnóstico: Transeje manual 4WD*, 2003.

1. Tracción total 4WD basada en FF: En este tipo, la potencia se transmite desde el transeje al diferencial central, así como al diferencial delantero y al diferencial trasero. El diferencial central y el diferencial delantero están contenidos en la transferencia.

2. Tracción total 4WD basada en FR: En este tipo, la potencia se transmite desde la transmisión al diferencial central, así como al diferencial delantero y al diferencial trasero.

3. Tracción parcial 4WD basada en FR: En este tipo, cuando la transferencia no está conectada, la potencia se transmite desde la transmisión al diferencial trasero. Cuando la transferencia está conectada, la potencia se transmite al diferencial delantero y trasero

1.5.3. SISTEMAS DE DIFERENCIAL:

Un diferencial recibe el movimiento del piñón que está al final del árbol de transmisión, pero este gira sobre un eje longitudinal con respecto al vehículo pero también es un elemento mecánico que permite que las ruedas derechas e izquierdas giren a revoluciones diferentes, según el vehículo esté tomando una curva hacia un lado o hacia el otro gracias a los piñones satélite que forman parte del diferencial.



Imagen 1-19: diferencial.

Fuente: Toyota Motor Corporation, *Técnico de diagnóstico: Transeje manual 4WD*, 2003.

Funcionamiento del diferencial.

un vehículo utiliza el diferencial para compensar la diferencia de velocidad de rotación en los virajes. En los vehículos con tracción 4WD total hay un diferencial central, además de un diferencial delantero y un diferencial trasero, con la finalidad de compensar la diferencia de giro entre las ruedas delanteras y las ruedas traseras.

Al proporcionar tres diferenciales diferentes se logra obtener una conducción más suave y también garantizar una transmisión uniforme de potencia en las cuatro ruedas del vehículo, incluso en virajes.

Cuando los vehículos con tracción 4WD parcial no tienen un diferencial que compense la diferencia de giro de las ruedas delanteras y traseras, giran bruscamente en modo 4WD, por lo cual se ocasiona un efecto de frenado en las curvas cerradas y resulta imposible realizar un viraje de manera suave. Por esta razón, en los vehículos con tracción 4WD parcial es necesario alternar entre 2WD y 4WD de acuerdo a las condiciones del camino que se vaya a transitar.

Diferencial central

El diferencial central desempeña la función de compensar las diferencias de rotaciones generadas entre las ruedas delanteras y las ruedas traseras en los giros. Se utiliza los siguientes tipos de engranajes para compensar las desigualdades de velocidad de rotación:

Engranaje cónico: este tipo de diferencial de engranaje cónico distribuye el par a las ruedas delanteras y traseras con una relación de 1:1.

Engranaje planetario: en el diferencial central con tipo de engranaje planetario puede variar la distribución de la relación

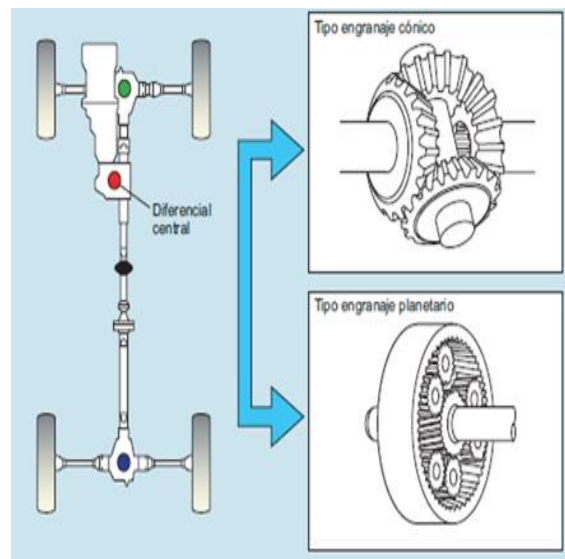


Imagen 1-20: diferencial central

Fuente: *Funcionamiento del diferencial: movimiento rectilíneo y en curva.*

TIPOS DE ACOPLAMIENTO DEL DIFERENCIAL DELANTERO.

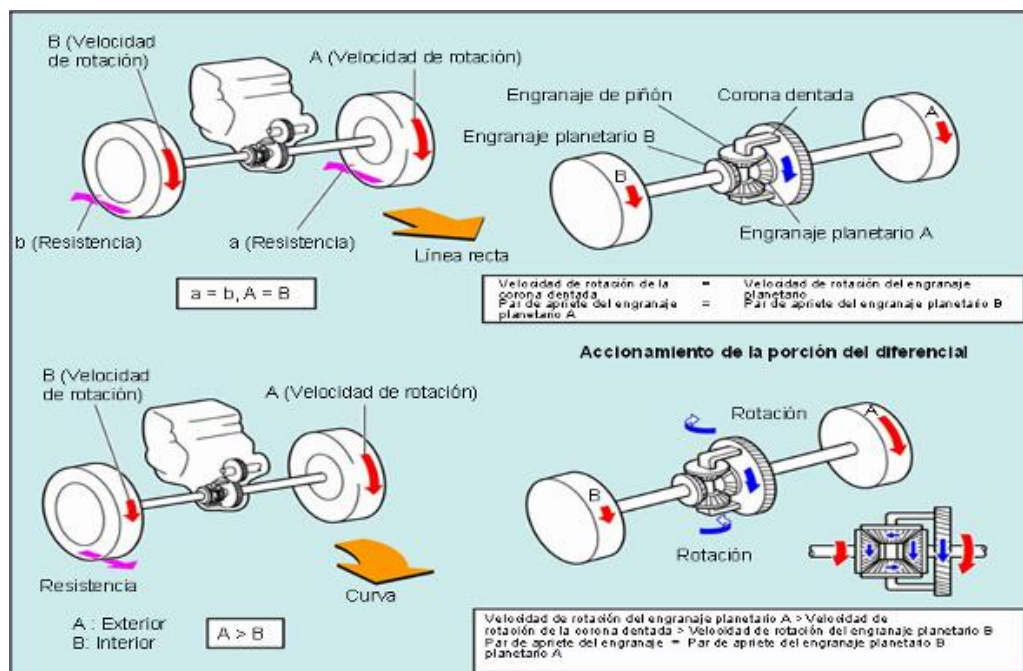


Imagen 1-21: funcionamiento del diferencial

Fuente: *Funcionamiento del diferencial: movimiento rectilíneo y en curva.*

TIPOS DE DIFENCIAL

Existen varios tipos de diferencial en un vehículo según la disposición de los ejes los cuales son diferencial delantero, diferencial trasero y diferencial central

Diferencial delantero: ubicado en el eje delantero del vehículo, tiene acoplamiento de bloqueo, rueda libre o diferencial central como los de el caso del sistema de Toyota prado, esto para trasmitir el par a las ruedas delanteras.

Componentes:

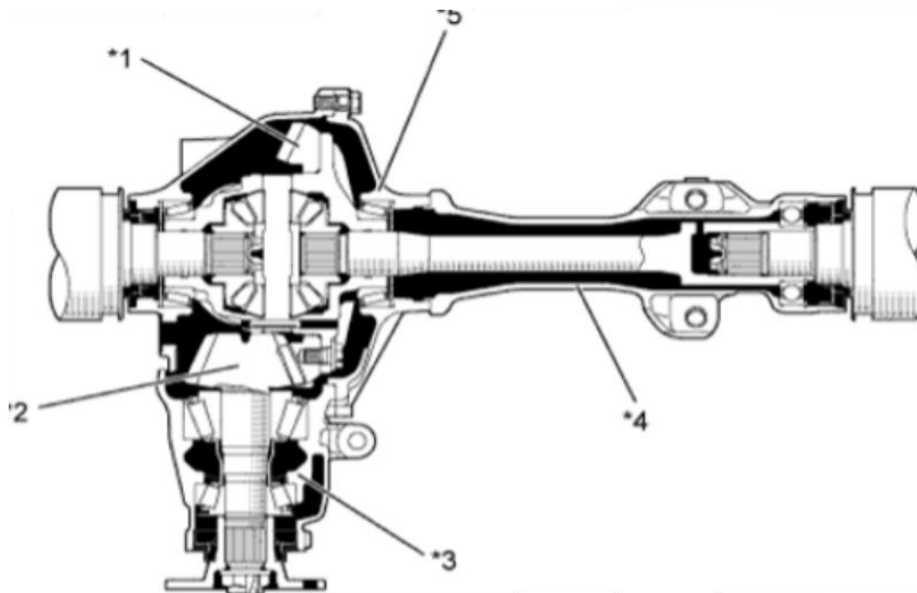


Imagen 1-22: Componentes del diferencial

Fuente: *Esquema seccional del eje delantero motriz y mangueta de dirección.*

*1	Corona dentada	*2	Engranaje impulsor del diferencial delantero
*3	Subconjunto del portador del diferencial delantero	*4	Tubo del diferencial delantero
*5	Retén del diferencial	-	-

Diferencial trasero: este se encuentra ubicado en el eje trasero, utiliza sistemas de bloqueo para dar mayor par en condiciones difíciles.

Componentes:

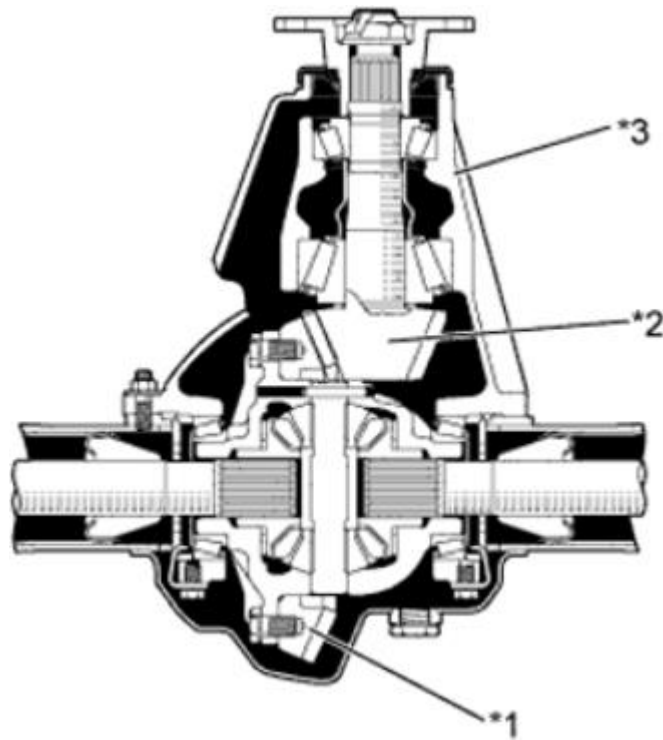


Imagen 1-23: Componentes del diferencial trasero

Fuente: *Sección transversal del eje delantero y diferencial de un vehículo 4×4.*

*1	Corona dentada	*2	Engranaje impulsor del diferencial trasero
*3	Subconjunto del portador del diferencial trasero	-	-

TIPOS DE DIFERENCIALES AUTOBLOCANTES.

El diferencial autoblocante es el sistema más usado, aunque hoy en día mayoritariamente se encuentran más presente los sistemas electrónicos, ya que hacen su trabajo mediante sensores y autoblocantes no.

DIFERENCIAL DE DESPLASAMIENTO LIMITADO (LSD)

Es un diferencial abierto, pero unido a sus planetarios, van unos discos de fricción que son los encargados de mandar un poco de par a la rueda de un eje que, en un momento dado, tenga tracción.

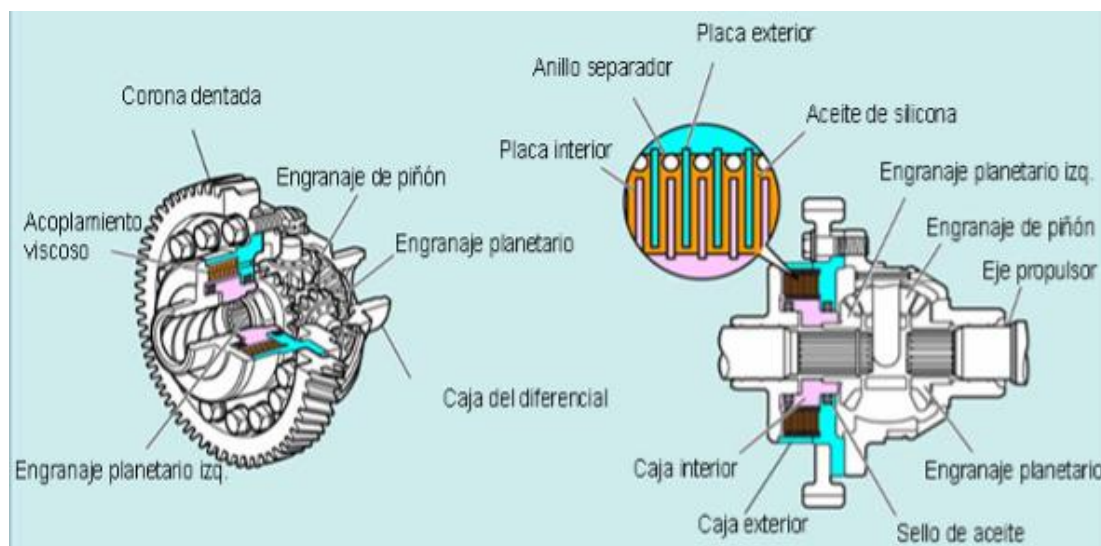


Imagen 1-24:diferencial LSD

Fuente: *Diferencial de deslizamiento limitado (LSD) de acoplamiento viscoso.*

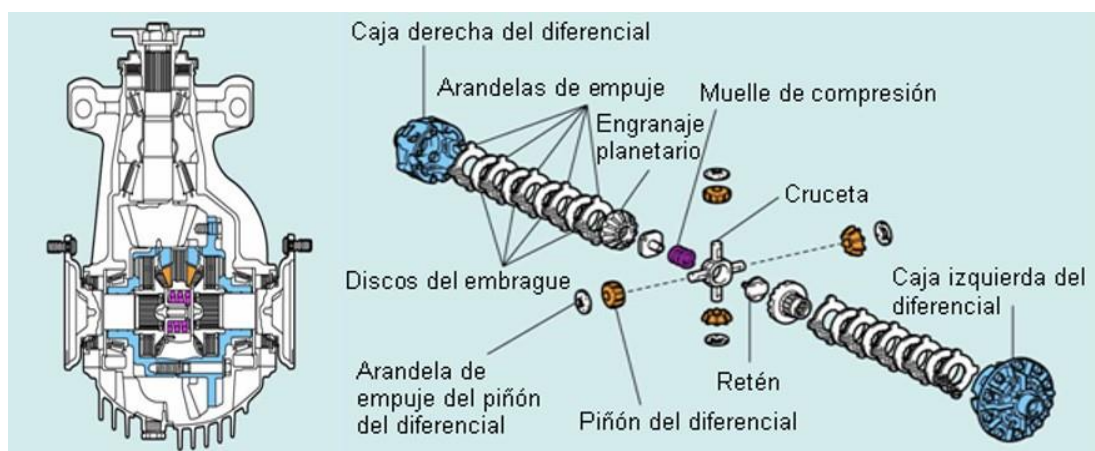


Imagen 1-25: componentes diferencial LSD

Fuente: *Transeje manual, tren de transmisión, por Toyota Motor Corporation, s. f.*

DIFERENCIAL DE DESCONEXION AUTOMATICA (ADD)

Un ADD conecta o desconecta el eje axial izquierdo o derecho con un actuador conectado al cambio de la transferencia, por lo que no es necesario cambiar con un cubo de la rueda libre. Además, para que sea posible cambiar de 2WD a 4WD incluso estando el vehículo en marcha, la transferencia tiene un mecanismo de sincronización para iniciar la rotación del sistema de impulso que está parado en 2WD

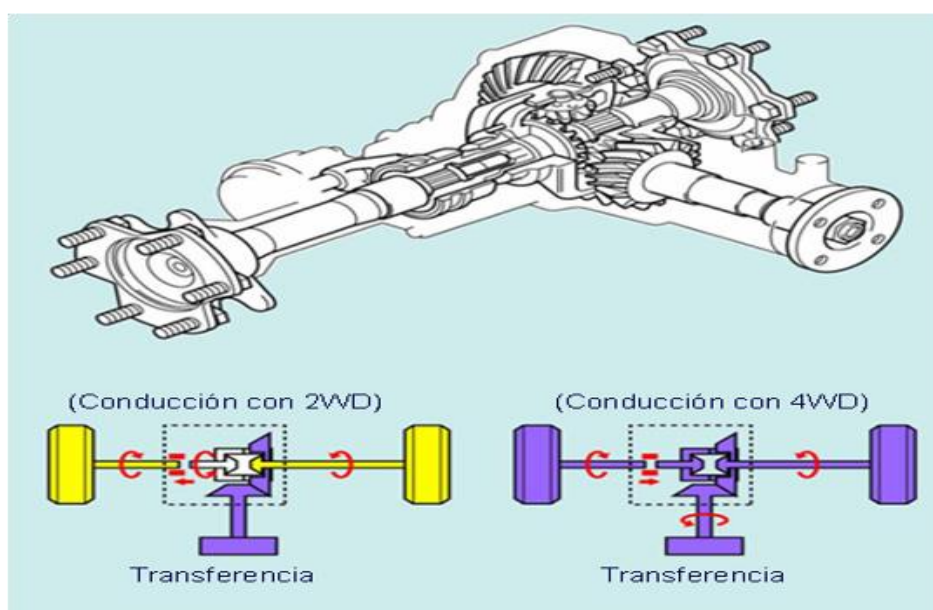


Imagen 1-26: conexiones del diferencial

Fuente: *Transeje manual, tren de transmisión*, por Toyota Motor Corporation, s. f.

de las ruedas motrices que patina, permitiendo que parte de la tracción se transmita a la rueda opuesta y nos permita tener tracción al suelo.

Diferencial de acoplamiento viscoso: es básicamente un sistema de conexión automática del sistema de tracción total, muy utilizado en los todoterrenos ligeros. Estos vehículos circulan normalmente con tracción delantera y mediante el diferencial de acoplamiento viscoso transmite la fuerza motriz al eje trasero, cuando uno solo resulta insuficiente. Este tipo de diferencial está compuesto por un paquete o conjunto de discos paralelos, muy cerca un disco del otro, que se encuentra dentro de una carcasa hermética y sumergido en un fluido de gran viscosidad.

Diferencial con acoplamiento de discos: es un diferencial autoblocante y automático, que conecta el par motor a las ruedas traseras cuando las delanteras pierden tracción. Si las ruedas delanteras patinan por encima de un cierto límite, se produce una diferencia de giro con relación a las ruedas traseras. Ese diferencial de giro acciona una bomba hidráulica que presiona un juego de discos conectado al motor con otro que hace lo propio al eje posterior. Al aumentar la presión de los discos, aumenta la fuerza que reciben las ruedas traseras. La electrónica determina la presión que la bomba proporciona a los discos. En condiciones normales, el sistema funciona como si se tratara de una tracción delantera normal y en condiciones extremas puede transmitirse el 100% del par a las ruedas traseras.

1.6. TIPOS DE TRACCION 4x4

Nos encontramos 3 tipos de tracción 4WD.

1.6.1. Tracción parcial 4WD- part time:

El vehículo se mueve utilizando tracción en las ruedas traseras hasta que con conductor accione la doble tracción por medio de la palanca o switch selector en la cual se puede utilizar en H2, H4 y L4

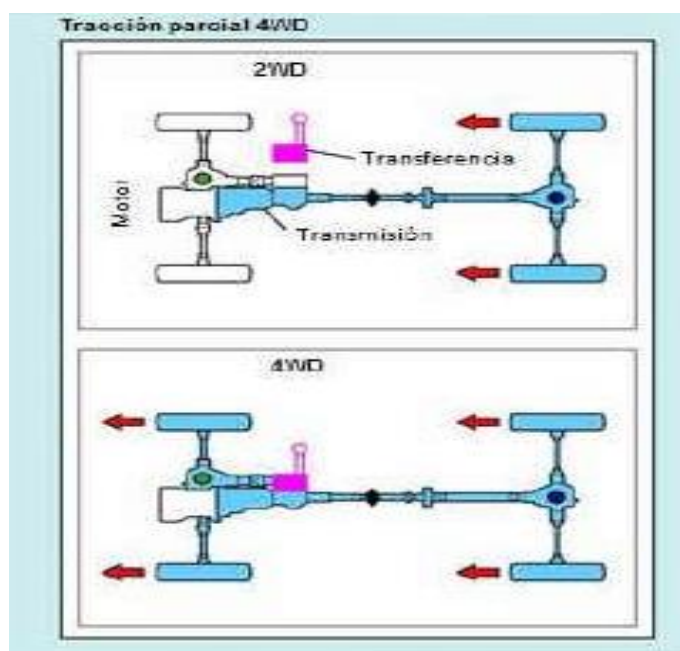


Imagen 1-28: tracción 4x4 parcial

Fuente: Tracción parcial 4WD en los modos 2WD y 4WD.

H2: marchas largas y tracción en un solo eje. Solo transmite potencia a dos ruedas. Lo más recomendable para carreteras y uso habitual en condiciones normales.

H4: marchas largas y tracción en los dos ejes. Tracción a las 4 ruedas, transmite la potencia a ambos ejes, es lo ideal para terrenos con adherencia deficiente como caminos con nieve, terreno rocosos, arenosos, etc.

4L: Marchas cortas o reductora 4x4. Es la opción para los terrenos más duros y complejos como barro, gran cantidad de agua o terrenos dispares. De esta funcionalidad la transferencia recibe el nombre de 4x4.

Es importante mencionar que el mal uso de la tracción, es decir usar la tracción incorrecta para el camino presente generará un desgaste prematuro a la transmisión, diferencial y tren motriz en general.

1.6.2. Tracción total 4WD- full time:

En este tipo encontramos con las ruedas traccionadas en todo momento. En este caso la palanca o switch no es para activar o desactivar la doble tracción sino para utilizar la tracción necesaria de acuerdo al camino.

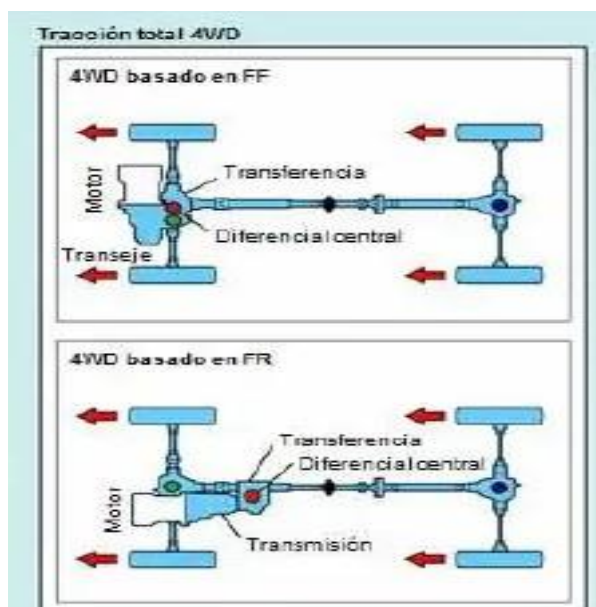


Imagen 1-29: tracción total 4WD

Fuente: Toyota Motor Corporation; 'Técnico de diagnóstico: Transeje manual-4WD', 2003"

1.6.3. Tracción AWD- All wheel drive:

Es un sistema que utiliza un diferencial central que tiene la función de igualar la tracción en cada una de las ruedas por separado para lograr mantener un control total del vehículo. Este tipo de tracción es completamente automatizado y no requiere ni un tipo de activación ni entrada de controlador para funcionar la cual es una gran innovación pero un poco más complicada con respecto al funcionamiento, pero fácil de usar, ya que como se mencionó anteriormente no requiere activación.

CAPÍTULO 2: TOYOTA HILUX 2018 4X4

2. EVOLUCION TOYOTA HILUX

La camioneta fabricada por Toyota tiene una larga historia que comienza en los años 1968 con su primer modelo, lo que la convierte en una camioneta con más de 50 años de trayectoria.



Imagen 2-1: evolución Toyota Hilux.

Fuente: *Evolución generacional de la pickup Toyota, 1968–2020.*

2.1 CARACTERISTICAS TECNICAS TOYOTA HILUX 4X4 2018

(MODELO GUN125-DTFH-W)

2.2.1 MOTOR

MODELO: TOYOTA 2GD

COMBUATIBLE: DIESEL

TIPO DE MOTOR: 2.8L, 4 CILINDROS EN LINEA CON TURBOCOMPRESOR
DE GEOMETRIA VARIABLE E INTERCOOLER

DISTRIBUCIÓN: 16 VÁLVULAS, DOHC CON CADENA DE DISTRIBUCIÓN

POTENCIA MÁXIMA: 150CV / 3400 RPM

TORQUE MÁXIMO: 400 NM / (1600-2000 RMP)

2.2.2 TRANSMISIÓN

TIPO CAJA DE MARCHAS: TRANSMISIÓN MANUAL DE 6 VELOCIDADES

TRACCIÓN: 4X2, 4X4 Y 4X4 REDUCIDA CON ACCIONAMIENTO ELECTRÓNICO. DESCONEXIÓN AUTOMÁTICA DE DIFERENCIAL (ADD) Y CONTROL DE TRACCIÓN ACTIVO (A-TRC)

2.2.3 CHASIS

SISTEMA DE SUSPENSIÓN:

SUSPENSIÓN DELANTERA: INDEPENDIENTE COM DOLBLE BRAZO DE SUSPENSIÓN, RESOSRTES HELICOIDALES, AMORTIGUADORES TELESCÓPICOS Y BARRA ESTABILIZADORA.

SUSPENSIÓN TRASERA: EJE RÍGIDO CON ELASTICOS LONGITUDINALES Y AMORTIGUADORES TELESCÓPICOS

SISTEMA DE DIRECCIÓN: HIDRÁULICA DE PIÑON Y CREMALLERA SENSIBLE A LA VELOCIDAD DEL MOTOR

DIAMETRO DE GIRO: 13,4M

SISTEMA DE FRENO:

FRENOS DELANTEROS CON DISCOS VENTILADOS

FRENOS TRASEROS DE TAMBOR

SISTEMA DE FRENADO CON ANTIBLOQUEO (ABS)

2.2.4 DIMENSIONES EXTERIOR

LARGO: 5.330 MM

ANCHO: 1.815 MM

ALTURA: 1.815 MM

DISTANCIA ENTRE EJES: 3.085 MM

DISTANCIA AL PISO: 310 MM

ENTREVÍA DELANTERA: 1.500 MM

ENTREVÍA TRASERA: 1.510MM

2.2.5 DIMENSIONES INTERIORES

ALTO: 1170 MM

LARGO: 1441 MM

LARGO: 1732 MM

2.2.6 DIMENSIONES DE CAJA

ALTO: 480MM

ANCHO: 1540 MM

LARGO: 1525 MM

2.2.7 PESO Y CAPACIDADES

PESO VEHICULAR: 2065 KG

PESO BRUTO VEHICULAR: 2910 KG

CAPACIDAD DE CARGA: 845 KG

CAPACIDAD DE REMOLQUE SIN FRENO: 750 KG

CAPACIDAD DE REMOLQUE CON FRENO: 3200KG

CONFIGURACIÓN DE ASIENTOS: 2:3

PASAJEROS: 5 PERSONAS

ESTANQUE DE COMBUSTIBLE: 80 L.

2.2.8 EQUIPAMIENTO EXTERIOR

- ESPEJOS EXTERIORES CON REGULACIÓN ELÉCTRICA Y LUZ DE GIRO
INCORPORADA

- FOCOS DELANTEROS HALÓGENO CON REGULACIÓN EN ALTURA Y
SISTEMA “FOLLOW ME HOME”

- LLANTAS DE ACERO DE 17” CON NEUMÁTICOS 225/70R17

- PORTÓN TRASERO CON LLAVE

- PROTECTOR DE CÁRTER Y DE TANQUE DE COMBUSTIBLE

2.2.9 EQUIPAMIENTO INTERIOR

- AIRE ACONDICIONADO MANUAL

- AUDIO CON CD, MP3, BLUETOOTH, CONEXIÓN USB, ENTRADA AUXILIAR
Y 4 PARLANTES

- BOLSILLO DE PORTA MAPAS EN RESPALDO DE BTACAS DELANTERAS

- CIERRE CENTRALIZADO DE PUERTAS CON COMANDO A DISTANCIA

- GUANTERA CON LLAVE

- ALZAVIDRIOS ELÉCTRICOS CON “AUTO DOWN” PARA CONDUCTOR

- RECUBRIMIENTO INTERIOR DE ALFOMBRA

- TAPIZADO DE TELA

- MANDO AL VOLANTE DE AUDIO Y DE TELÉFONO

- VOLANTE CON REGULACIÓN DE ALTURA Y PROFUNDIDAD

2.2.10 EQUIPAMIENTO DE SEGURIDAD

- SISTEMA DE ABS
- AIRBAGS FRONTALES Y AIRBAGS DE RODILLAS PARA EL CONDUCTOR
- ALARMA DE PUERTAS ABIERTAS EN MOVIMIENTO
- ANCLAJES ISOFIX Y FIJACIÓN CON SOPORTES DE ANCLAJE
- APOYA CABEZA TRASEROS
- BLOQUEO DE DIFERENCIAL TRASERO
- CINTURONES DE SEGURIDAD DELANTEROS DE 3 PUNTOS REGULABLES EN ALTURA CON PRETENSIONADOR Y LIMITADOR DE FUERZA
- CINTURONES DE SEGURIDAD TRASEROS INERCIALES DE 3 PUNTOS
- CONTROL DE ESTABILIDAD (VSC), CON CONTROL DE BALANCEO DE TRÁILER (TSC) Y ASISTENTE DE ARRANQUE EN PENDIENTE (HAC)
- CONTROL DE TRACCIÓN (TRC)
- CONTROL DE TRACCIÓN ACTIVO (A-TRC)
- FOCOS ANTINIEBLA TRASEROS
- TESTIGO Y ALARMA DE CINTURÓN DE SEGURIDAD

2.3 COMPONENTES EN CONJUNTO TRANSFER VF2CM

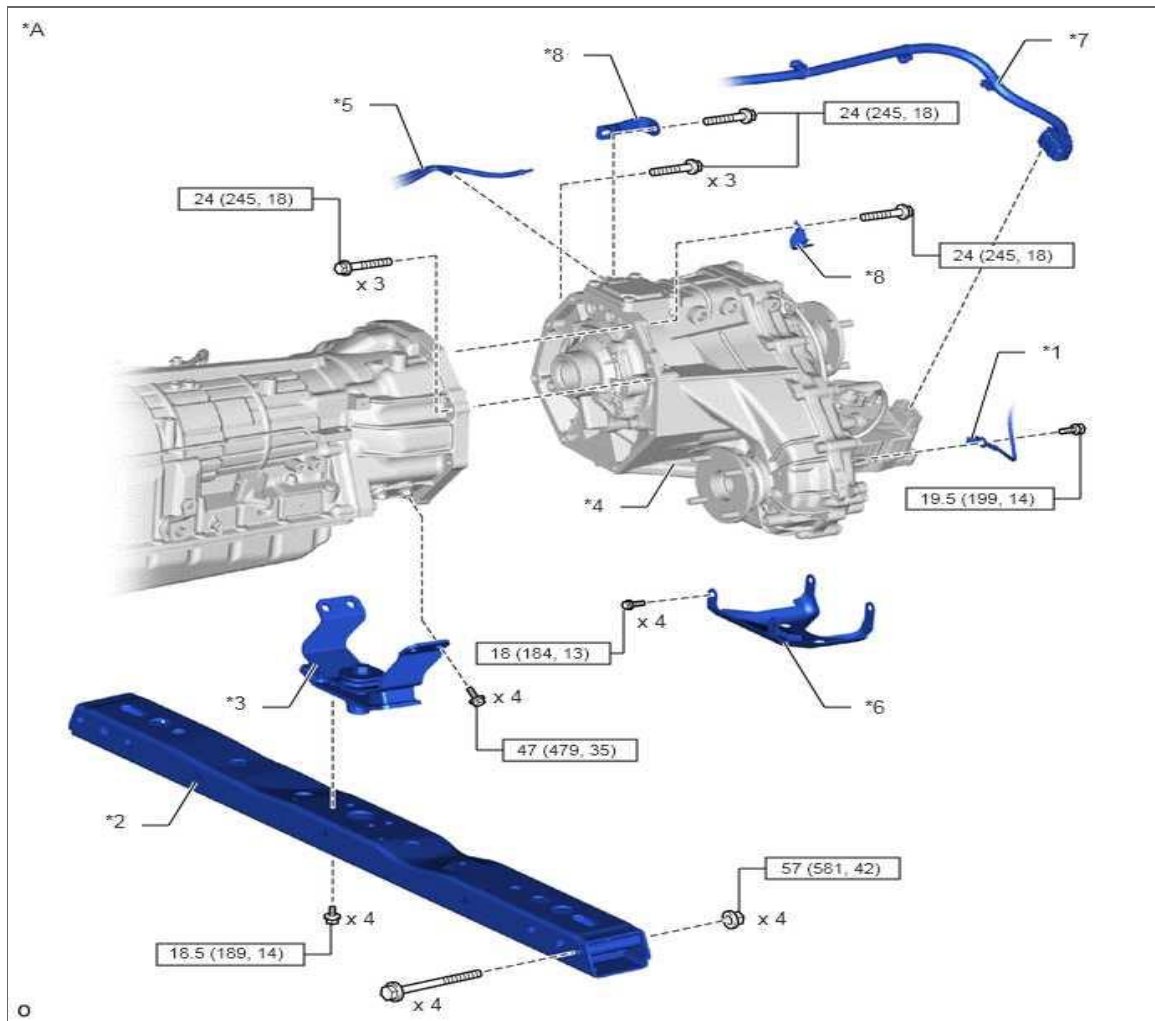


Imagen 2-2: componentes exterior transfer VF2CM.

Fuente: Toyota Motor Corporation. (2012). *VF2CM Transfer / 4WD / AWD: Transfer assembly*. Toyota Service Information.

A	*	para A750F	-	-
1	*	CABLE A TIERRA	2	* NO. 3 SUBCONJUNTO DEL TRAVESAÑO DEL BASTIDOR
3	*	AISLADOR MONTAJE TRASERO DEL MOTOR	4	* MONTAJE DE TRANSFERENCIA
5	*	SUBCONJUNTO DE MANGUERA DE RESPIRADERO DE TRANSFERENCIA	6	* PROTECTOR INFERIOR DE LA CAJA DE TRANSFERENCIA
	*7	MAZO DE CABLES	*8	ABRAZADERA

* A	para A750F, AC60F, R151F	-	-	56
* 1	MANGUERA DE RESPIRADERO DEL ACTUADOR	* 2	NO. 1 TAPÓN DE LA CAJA DE TRANSFERENCIA	
* 3	SUBCONJUNTO DE BRIDA DE ACOMPAÑAMIENTO DEL EJE DE SALIDA	* 4	SUBCONJUNTO DE BRIDA DE ACOMPAÑAMIENTO DEL EJE DE SALIDA	
* 5	SUBCONJUNTO DE LA CUBIERTA DE LA CAJA DE TRANSFERENCIA	* 6	SELLO DE ACEITE DE LA CAJA DE TRANSFERENCIA	
* 7	TAPÓN DE LA CAJA DE TRANSFERENCIA	* 8	VIVIENDA DE AMPLIACIÓN DE TRANSFERENCIA	
* 9	EXTENSIÓN DE TRANSFERENCIA CARCASA TIPO T SELLO DE ACEITE	* 10	SUBCONJUNTO DEL RETENEDOR DEL COJINETE DELANTERO DE TRANSFERENCIA	
* 11	COJINETE DELANTERO DE TRANSFERENCIA TIPO A SELLO DE ACEITE	* 12	ARANDELA DEL EJE DE SALIDA DE LA TRANSFERENCIA	
* 13	DEFLECTOR DE ACEITE DE RESPIRADERO	* 14	TUERCA DE BRIDA COMPAÑERA DEL EJE DE SALIDA DE LA TRANSFERENCIA	
* 15	SELLO DE ACEITE DE LA BRIDA COMPAÑERA DEL EJE DE SALIDA DE LA TRANSFERENCIA	* 16	JUNTA TÓRICA DEL EJE DE SALIDA DE LA TRANSFERENCIA	
* 17	NO. 2 ESPACIADOR DEL EJE DE SALIDA DE LA TRANSFERENCIA	* 18	NO. 1 JUNTA DE CAJA DE TRANSFERENCIA	

* 19	TAPÓN DE DRENAJE DE TRANSFERENCIA	* 20	JUNTA DEL TAPÓN DE DRENAJE DE TRANSFERENCIA
* 21	RESORTE DE COMPRESIÓN DE LA CAJA DE TRANSFERENCIA	* 22	ALFILER

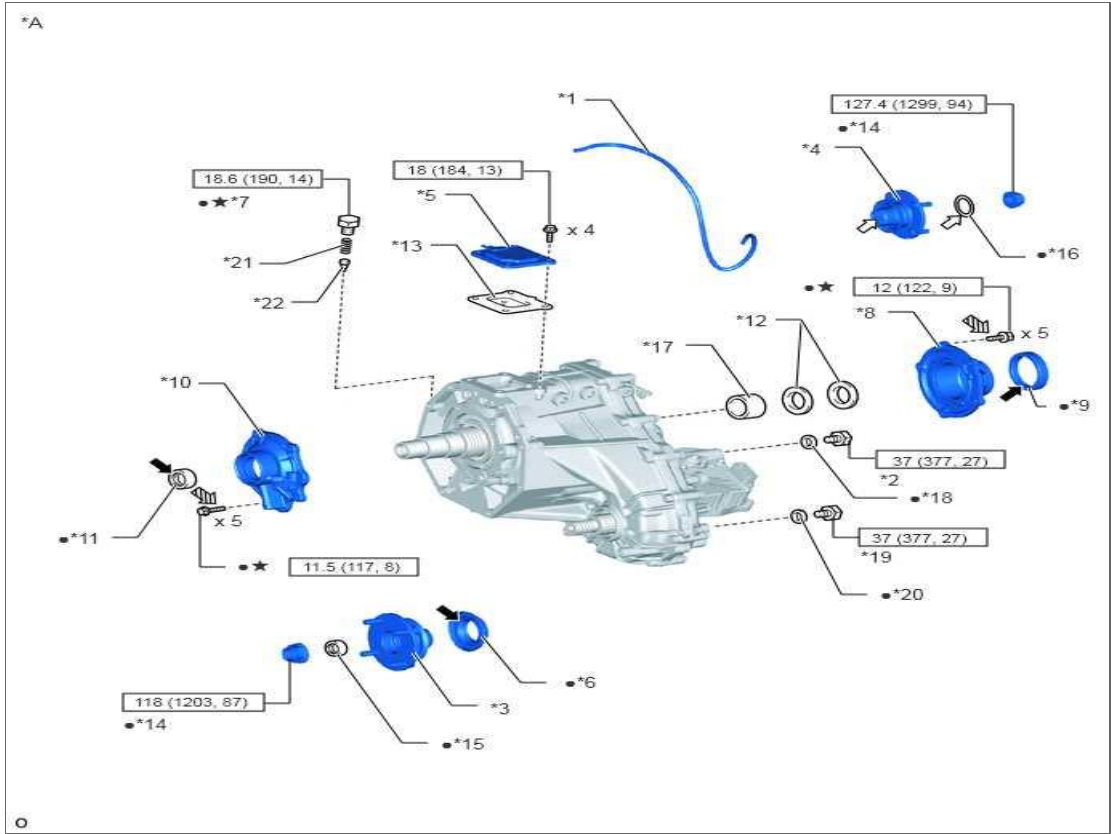


Imagen 2-3: componentes intermedio transfer VF2CM

Fuente: Toyota Motor Corporation. (2012). *VF2CM Transfer / 4WD / AWD: Transfer assembly*. Toyota Service Information.

	N*m (kgf*cm, pies*lb): especificado	par	●	Parte no rutilizable
------------------------	--	-----	---	----------------------

	Grasa MP		Transferencia de aceite
	Adhesivo original Toyota 1344		

3

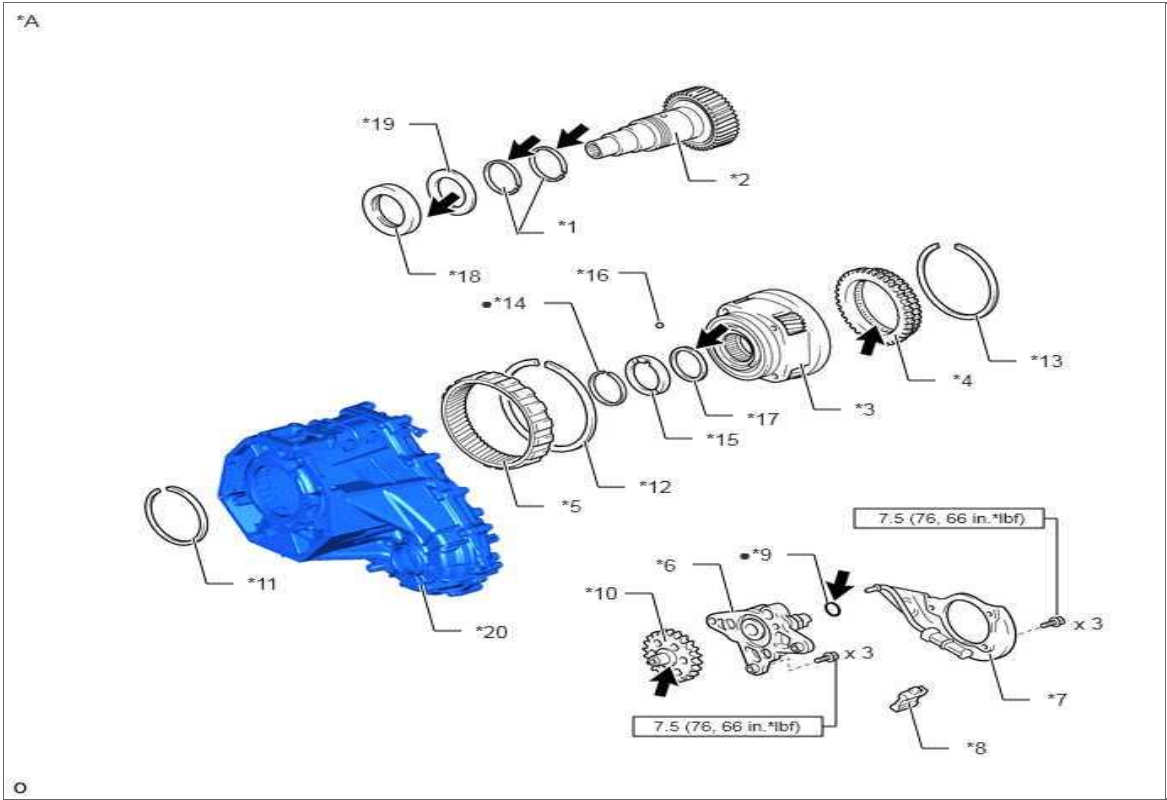


Imagen 2-4: componentes interior transfer VF2CM

Fuente: Toyota Motor Corporation. (2012). *VF2CM Transfer / 4WD / AWD: Transfer assembly*. Toyota Service Information.

* A	para RC60F / RC61F	-	-
-----	--------------------	---	---

* 1	NO. 1 ANILLO DE SELLO DEL EJE DE ENTRADA DE LA TRANSFERENCIA	* 2	EJE DE ENTRADA DE TRANSFERENCIA
* 3	CONJUNTO DE ENGRANAJE PLANETARIO INFERIOR DE TRANSFERENCIA	* 4	PIEZA ESTRIADA DEL ENGRANAJE PLANETARIO BAJO DE TRANSFERENCIA
* 5	ENGRANAJE ANILLO PLANETARIO BAJO DE TRANSFERENCIA	* 6	SUBCONJUNTO DEL CUERPO DE LA BOMBA DE ACEITE DE TRANSFERENCIA
* 7	SUBCONJUNTO DEL SEPARADOR DE ACEITE DE TRANSFERENCIA	* 8	IMÁN DE LA CAJA DE TRANSFERENCIA
* 9	JUNTA TÓRICA DEL CUERPO DE LA BOMBA DE ACEITE DE TRANSFERENCIA	* 10	ENGRANAJE DE LA BOMBA DE ACEITE DE TRANSFERENCIA
* 11	ANILLO ELÁSTICO DEL EJE DEL COJINETE DEL ENGRANAJE PLANETARIO BAJO DE TRANSFERENCIA	* 12	TRANSFERENCIA ANILLO PLANETARIO INFERIOR AGUJERO DE ENGRANAJE ANILLO DE RETENCIÓN
* 13	ANILLO DE RETENCIÓN DEL EJE DEL ENGRANAJE PLANETARIO INFERIOR DE TRANSFERENCIA	* 14	ANILLO DE RETENCIÓN DEL EJE DEL TOPE DEL ENGRANAJE DE ENTRADA DE LA TRANSFERENCIA

* 15	TOPE DEL ENGRANAJE DE ENTRADA DE LA TRANSFERENCIA	* 16	BOLA DE TOPE DEL ENGRANAJE DE ENTRADA DE TRANSFERENCIA
* 17	ARANDELA PORTADORA DE PLANETARIOS DE TRANSFERENCIA MANUAL	* 18	COJINETE DE ENGRANAJE PLANETARIO BAJO DE TRANSFERENCIA
* 19	NO. 1 CARRERA DEL COJINETE DE EMPUJE DE TRANSFERENCIA	* 20	CAJA DE TRANSFERENCIA DELANTERA

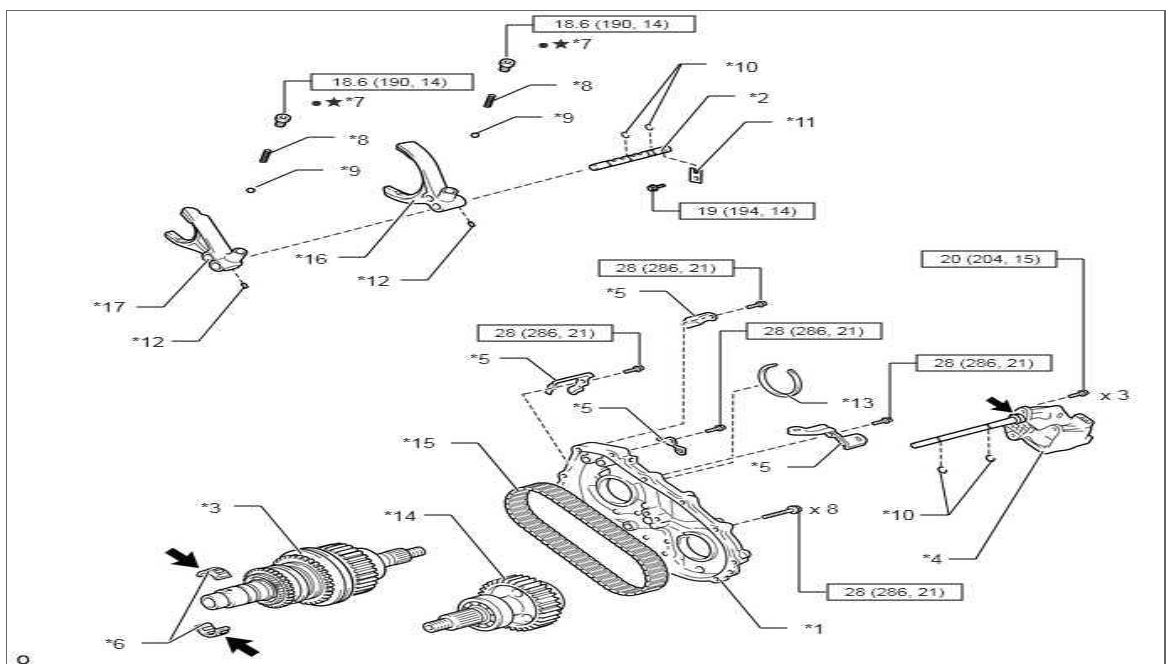


Imagen 2-5: componentes interior transfer VF2CM

Fuente: Toyota Motor Corporation. (2012). *VF2CM Transfer / 4WD / AWD: Transfer assembly*. Toyota Service Information.

* 1	CAJA DE TRANSFERENCIA TRASERA	* 2	EJE DE LA HORQUILLA DE CAMBIO DE TRANSFERENCIA DELANTERA
* 3	EJE DE SALIDA DE TRANSFERENCIA TRASERA	* 4	CONJUNTO DEL ACTUADOR DE CAMBIO DE TRANSFERENCIA
* 5	SOPORTE	* 6	COJINETE DE AGUJAS DELANTERO DEL EJE DE SALIDA DE LA TRANSFERENCIA
* 7	TAPÓN DE RESORTE DE BOLA DE DETENCIÓN DE CAMBIO	* 8	RESORTE DE COMPRESIÓN DE BOLA DE DETENCIÓN DE CAMBIO
* 9	BOLA DE DETENCIÓN DE CAMBIO	* 10	ANILLO DE RESORTE DEL EJE DE LA HORQUILLA DEL CAMBIO DE ENGRANAJES DE TRANSFERENCIA
* 11	TOPE DEL EJE DEL CAMBIO DE TRANSFERENCIA	* 12	PASADOR O RODILLO DE INTERBLOQUEO DE CAMBIO
* 13	EJE DE SALIDA DE TRANSFERENCIA ANILLO DE RESORTE DEL EJE	* 14	PIÑÓN IMPULSADO POR TRANSFERENCIA
* 15	CADENA DE TRANSFERENCIA DELANTERA	* 16	NO. 1 HORQUILLA DE CAMBIO DE MARCHA DE TRANSFERENCIA
* 17	NO. 2 HORQUILLA DE CAMBIO DE MARCHA DE TRANSFERENCIA	-	-

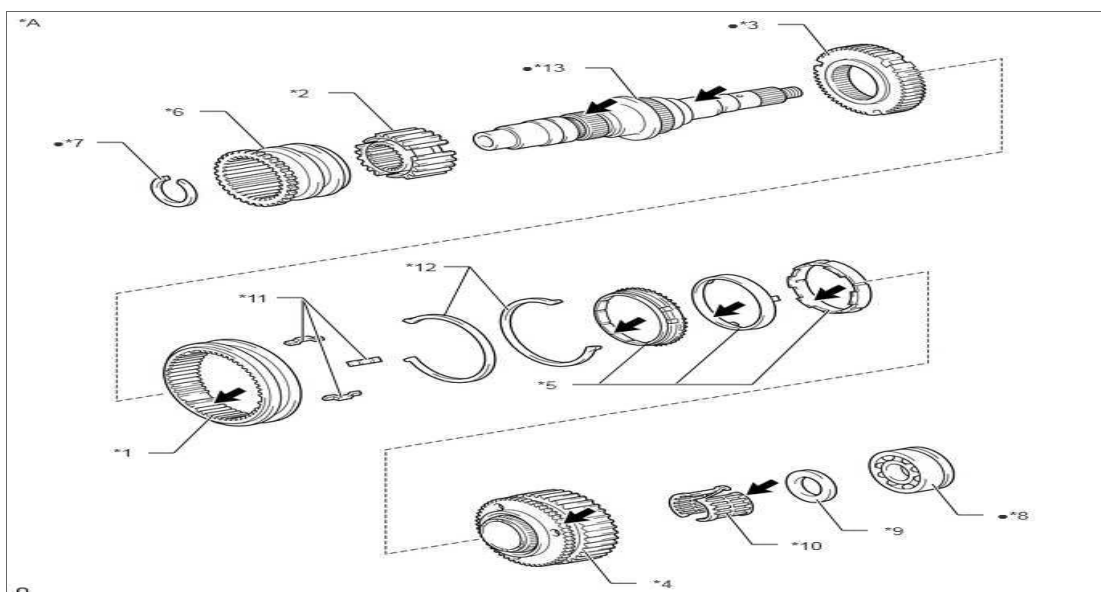
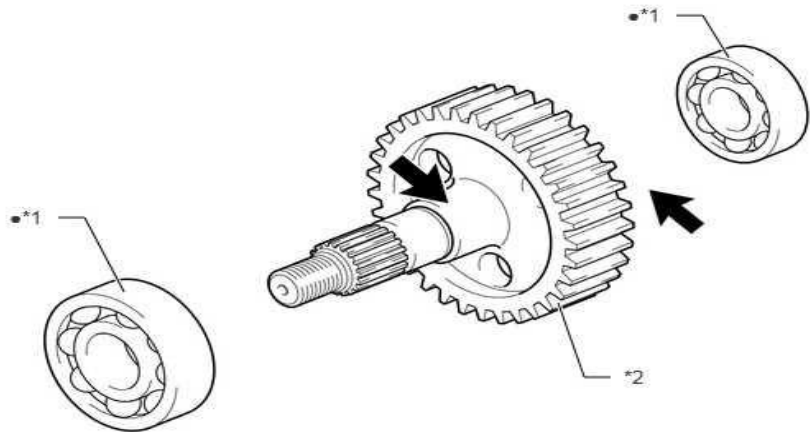


Imagen 2-6: componentes eje de salida de transferencia trasera

Fuente: Toyota Motor Corporation. (2012). *VF2CM Transfer / 4WD / AWD: Transfer assembly*.

* A	con AGREGAR	-	-
* 1	MANGUITO DE EMBRAGUE DE TRANSMISIÓN DELANTERA	* 2	CUBO DE EMBRAGUE DE TRANSFERENCIA
* 3	CUBO DEL EMBRAGUE DE TRANSFERENCIA	* 4	SUBCONJUNTO DE LA PIÑÓN IMPULSOR DE TRANSFERENCIA
* 5	CONJUNTO DE ANILLO SINCRONIZADOR DE TRANSFERENCIA	* 6	MANGUITO DE EMBRAGUE DE TRANSFERENCIA ALTA Y BAJA
* 7	ANILLO DE RETENCIÓN DEL EJE DEL CUBO DEL EMBRAGUE DE TRANSFERENCIA	* 8	COJINETE DE BOLAS RADIAL DEL EJE DE SALIDA DE LA TRANSFERENCIA TRASERA
* 9	NO. 1 ESPACIADOR DEL EJE DE SALIDA DE LA TRANSFERENCIA	* 10	RODAMIENTO DE AGUJAS

*11	NO. 1 LLAVE DE CAMBIO SINCROMESH	*12	RESORTE DE LLAVE DE CAMBIO DE TRANSFERENCIA SYNCHROMESH
*13	EJE DE SALIDA DE TRANSFERENCIA TRASERA	-	-



o

Imagen 2-7: componente de entrada de movimiento de la transfer

Fuente: Toyota Motor Corporation. (2012). *VF2CM Transfer / 4WD / AWD: Transfer assembly*. Toyota Service Information.

* 1	COJINETE DE PIÑÓN IMPULSADO POR TRANSFERENCIA	* 2	PIÑÓN IMPULSADO POR TRANSFERENCIA
	Transferencia de aceite	●	Parte no reutilizable

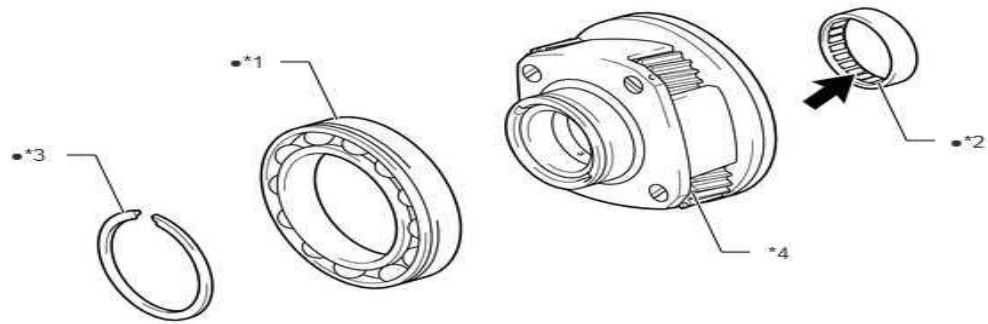


Imagen2-8:componente interno del sistema planetario de la transferencia

Fuente: Toyota Motor Corporation. (2012). *VF2CM Transfer / 4WD / AWD: Transfer assembly*. Toyota Service Information.

* 1	COJINETE DEL EJE DE ENTRADA DE LA TRANSFERENCIA	* 2	COJINETE DE ENGRANAJE PLANETARIO BAJO DE TRANSFERENCIA
* 3	ANILLO DE RETENCIÓN DEL EJE DEL COJINETE DE ENTRADA DE TRANSFERENCIA	* 4	CONJUNTO DE ENGRANAJE PLANETARIO INFERIOR DE TRANSFERENCIA

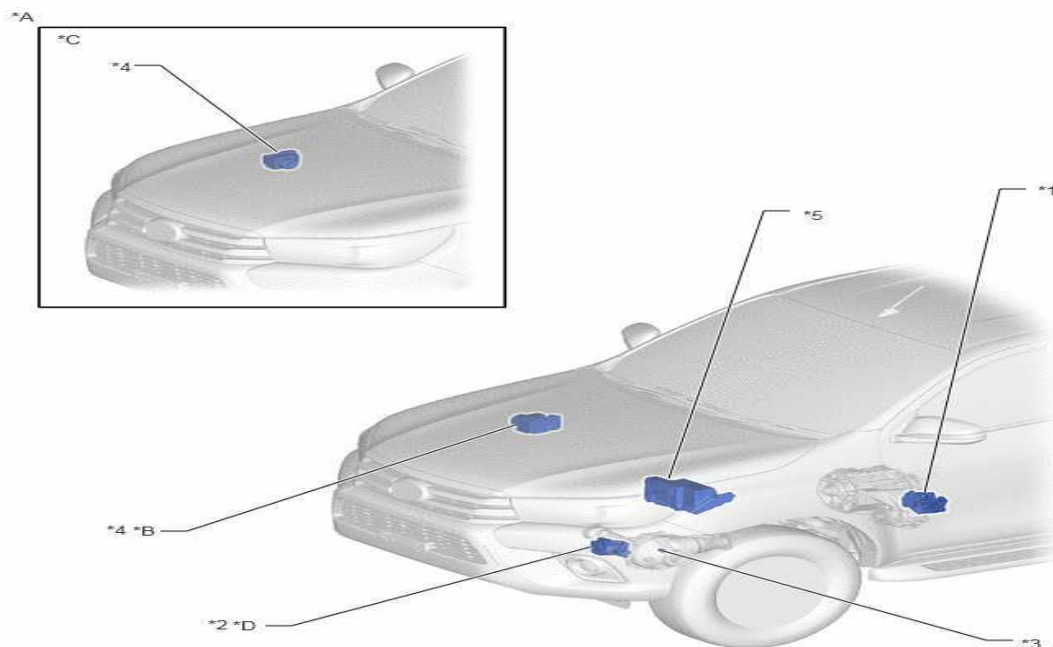


Imagen 2-9: ubicación componetes electricos exteriores de transfer

Fuente: Toyota Motor Corporation. (2012). *VF2CM Transfer / 4WD / AWD: Transfer assembly*. Toyota Service Information.

*A	para volante a la izquierda:	*B	con VSC
*C	sin VSC	*D	con AGREGAR ACTUADOR
*1	-CONJUNTO DEL ACTUADOR DE CAMBIO DE TRANSFERENCIA -MOTOR DE CAMBIO DE TRANSFERENCIA - LÍMITE DE CAMBIO -INTERRUPTOR DE DETECCIÓN 4WD -INTERRUPTOR DE DETECCIÓN L4	*2	AGREGAR ACTUADOR (CONJUNTO DEL ACTUADOR DEL) -AGREGAR MOTOR DE CAMBIO -LÍMITE DE CAMBIO -AÑADIR INTERRUPTOR DE POSICIÓN
*3	SENSOR DE TEMPERATURA DE ACEITE	*4	ECU DE CONTROL DE DESLIZAMIENTO (CONJUNTO DEL ACTUADOR DEL FRENO)
*5	BLOQUE DE RELÉS DE LA SALA DE MÁQUINAS Y BLOQUE DE CONEXIONES		

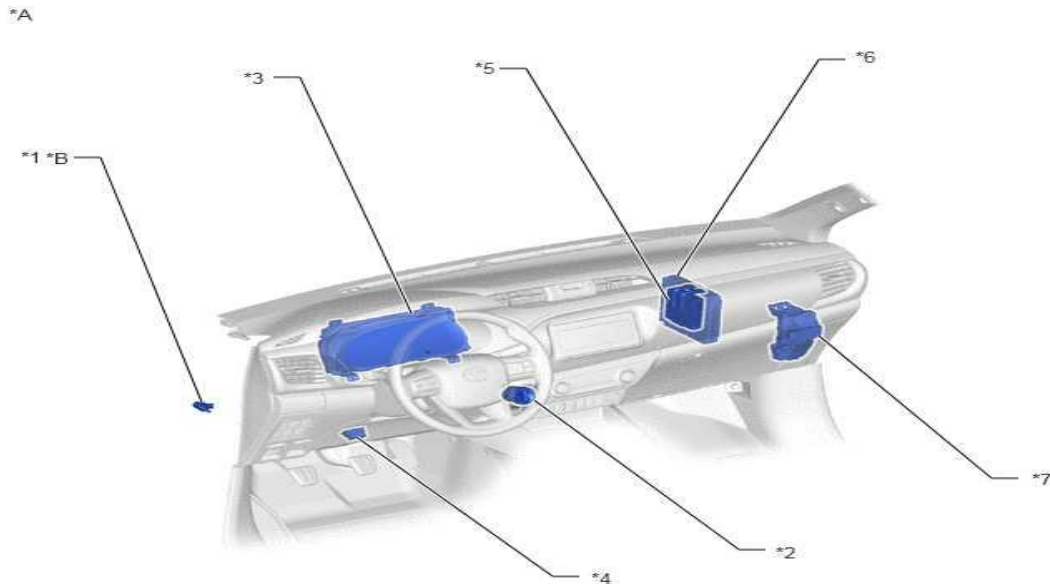


Imagen 2-10: ubicación componetes electricos interiores de transfer

Fuente: Toyota Motor Corporation. (2012). *VF2CM Transfer / 4WD / AWD: Transfer assembly*. Toyota

*A	para volante a la izquierda:	*B	para transmisión manual
*1	CONJUNTO DEL INTERRUPTOR DE ARRANQUE DEL EMBRAGUE	*2	INTERRUPTOR DE POSICIÓN DE TRANSFERENCIA
*3	CONJUNTO DE MEDIDOR COMBINADO - LUZ INDICADORA 4WD (VERDE / ÁMBAR (sin pantalla de información múltiple)) -LUZ INDICADORA 4LO -ZUMBADOR DE ADVERTENCIA	*4	DLC3

	-PANTALLA DE INFORMACIÓN MÚLTIPLE (con pantalla de información múltiple)		
*5	ECU DE CONTROL DE TRACCIÓN A LAS 4 RUEDAS	*6	ECM
*7	NO. 4 BLOQUE DE RELÉS DEL CUADRO DE INSTRUMENTOS -FUSIBLE 4WD-IG		

CAPÍTULO 3: FALLA DE CONTROL EN TRANSFER TOYOTA HILUX

2017/2018.

3. LISTA DE FALLAS MÁS COMUNES DE TRANSFER TOYOTA Y SUS POSIBLES ÁREAS AFECTADAS.

Síntoma	Área sospechosa
Ruido	Aceite (Nivel bajo)
	Petróleo (incorrecto)
	Transferencia (defectuosa)
Fuga de aceite	Aceite (Nivel demasiado alto)
	Junta (dañada)
	Sello de aceite (desgastado o dañado)
	Junta tórica (desgastada o dañada)

3.2 MANTENIMIENTO DE TRANSFER TOYOTA VF2CM

El protocolo de mantenimiento Toyota indica que el transfer debe tener un cambio de aceite cada 40.000 kilómetros igual que el resto de los aceites de transmisión.

3.2.1 Tipo de lubricante correspondiente para transfer.

Imagen 3-1: tabla de especificación

3.2.2 Procedimiento cambio de aceite transfer

Primero retirar tapón de llenado

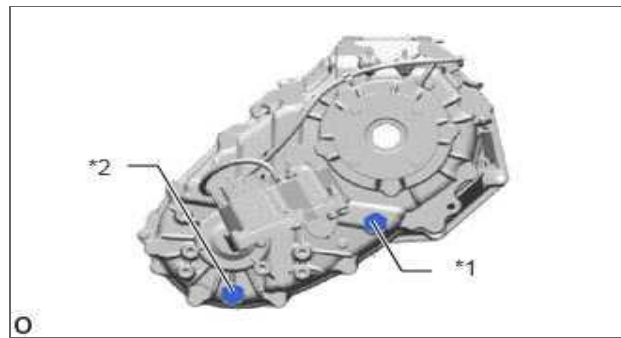


Imagen 3-2: ubicación tapones de transfer

Fuente: Toyota Motor Corporation. (2012). *VF2CM Transfer / 4WD / AWD: Transfer assembly*. Toyota Service Information.

*1 tapón llenado	*2 tapón de drenaje
------------------	---------------------

Luego colocar a cantidad de aceite indicado verificando el nivel de aceite se encuentre entre 0 y 5,0 mm desde el borde inferior del orificio del tapon de llenado, de no darse dicha condicion, se debe agragar aceite.

Finalmete aprete el tapon de llenado y de drenaje a 37 N*m

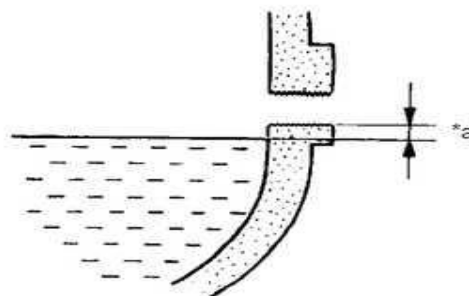


Imagen 3-3: nivel aceite transfer

Fuente: Toyota Motor Corporation. (2012). *VF2CM Transfer / 4WD / AWD: Transfer assembly*. Toyota Service Information.

*a: 0 a 5,0 mm

3.3 INSPECCIÓN DE LOS COMPONENTES MECÁNICOS DE TRANSFER

3.3.1 Inspección eje de entrada de la transferencia

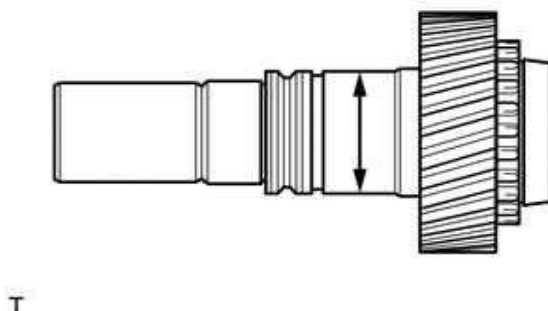


Imagen 3-4: eje de entrada

Fuente: Toyota Motor Corporation. (2012). *VF2CM Transfer / 4WD / AWD: Transfer assembly*. Toyota Service Information.

Con un micrómetro se debe medir el diámetro de la superficie del muñón del eje de entrada de transferencia.

La medida mínima debe ser de 47,59mm (1,874 pulgadas). De darse un diámetro menor a la medida señalada se debe proceder a reemplazar el eje de entrada de transferencia.

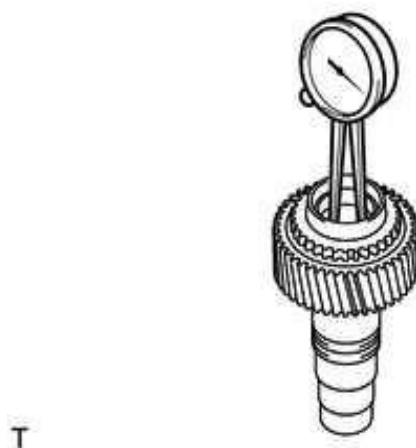


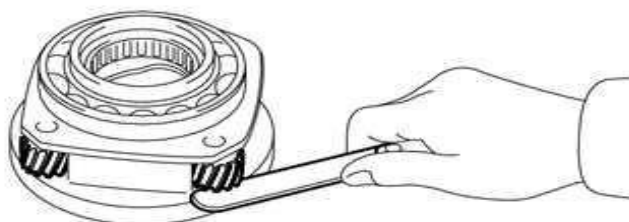
Imagen 3-5 medición eje de entrada

Fuente: Toyota Motor Corporation. (2012). *VF2CM Transfer / 4WD / AWD: Transfer assembly*. Toyota Service Information.

Usando un indicador de caratula, mida el diámetro interior del buje del eje de entrada de transferencia.

La medida del diámetro interior máximo debe ser de 39,14mm (1,540 pulgadas). De ser mayor la medida se debe reemplazar el eje de entrada de la transferencia.

3.3.2 Inspección del conjunto del engranaje del planetario bajo de transferencia.



T

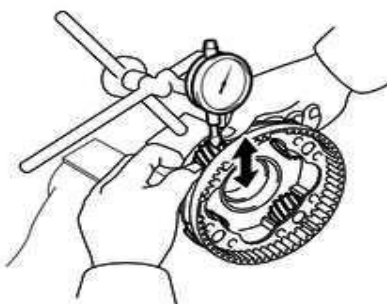
Imagen 3-6: medición conjunto engranaje del planetario

Fuente: Toyota Motor Corporation. (2012). *VF2CM Transfer / 4WD / AWD: Transfer assembly*. Toyota Service Information.

Con una galga de espesores, mida la holgura de empuje del piñón

Juego admisible: a,11 a 0,84 mm (0,00434 a 0,0330 pulgadas)

Espacio libre máximo: 0,84 mm (0,0330 pulgadas)



T

Imagen 3-7: medición conjunto engranaje del planetario.

Fuente: Toyota Motor Corporation. (2012). *VF2CM Transfer / 4WD / AWD: Transfer assembly*. Toyota Service Information.

Utilizando un indicador de caratula, mida la holgura radial del piñón

Juego estándar: 0,009 a 0,038 mm (0,000355 a 0,00149 pulgadas)

Espacio libre máximo: 0,038 mm (0,00149 pulgadas)

Si el espacio libre es mayor que el máximo indicado, se debe reemplazar el conjunto del engranaje planetario inferior de transferencia.

3.3.3 Inspección del subconjunto del piñón impulsor de transferencia

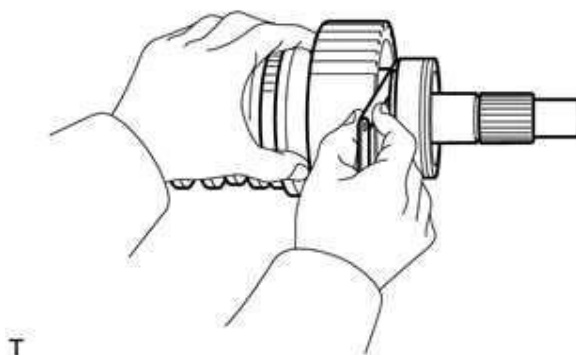


Imagen 3-8: medición subconjunto del piñón impulsor

Fuente: Toyota Motor Corporation. (2012). *VF2CM Transfer / 4WD / AWD: Transfer assembly*. Toyota Service Information.

Con una galga de espesor, mida la holgura de empuje

Juego estándar: 0,10 a 0,25 mm (0,00394 a 0,00984 pulgadas)

Espacio libre máximo: 0,25 mm (0,00984 pulgadas)

Si la holgura de empuje es superior al máximo señalado, reemplace el subconjunto de la rueda dentada de transmisión de transferencia.

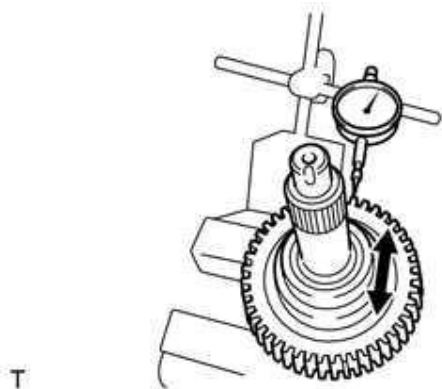


Imagen 3-9: medición subconjunto del piñón impulsor

Fuente: Toyota Motor Corporation. (2012). *VF2CM Transfer / 4WD / AWD: Transfer assembly*. Toyota Service Information.

Utilizando un indicador de caratula, mida la holgura radial entre la rueda dentada de transmisión del eje de salida con el rodamiento de agujas instalado.

Juego radial estándar: 0,010 a 0,055 mm (0,000394 a ,00216 pulgadas)

Juego radial máximo: 0,055 mm (0,00216 pulgadas)

Si el juego radial es mayor que el máximo indicado, reemplace el subconjunto de la rueda dentada de transmisión de transferencia o el rodamiento de agujas, o en el peor de los casos reemplace ambas.

3.3.4 Inspección del eje de salida de la transferencia trasera.

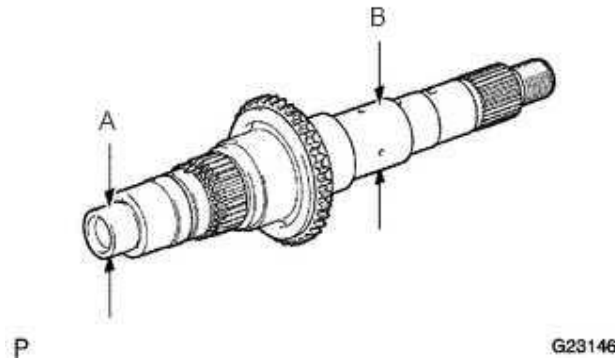


Imagen 3-10: eje de salida de la transferencia trasera

Fuente: Toyota Motor Corporation. (2012). *VF2CM Transfer / 4WD / AWD: Transfer assembly*. Toyota Service Information.

Con un micrómetro, mida el diámetro de la superficie del muñón del eje de salida de transferencia trasera

Diámetro mínimo:

Sección	Diámetro		
A	27,98	mm	(1,102 pulgadas)
B	36,98	mm	(1,456 pulgadas)

Si el diámetro es menor que el mínimo, reemplace el eje de salida de transferencia trasera.

3.3.5 Inspección del manguito del embrague de la transmisión delantera y el N° 1 holgura de la horquilla de cambio de engranajes de transferencia.

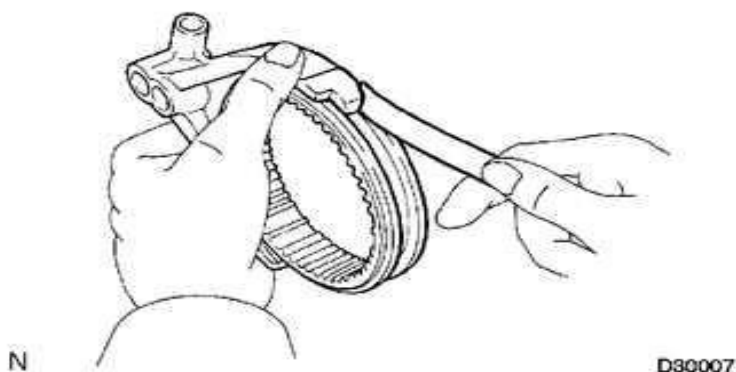


Imagen 3-10: medición holgura de la horquilla de cambio de engranajes de transferencia con una galga de espesor.

Fuente: Toyota Motor Corporation. (2012). *VF2CM Transfer / 4WD / AWD: Transfer assembly*. Toyota Service Information.

Mida la holgura entre el manguito del embrague de transmisión delantera y la horquilla de cambio de marchas de transferencia N°1.

Espacio libre máximo: 0,35mm (0,0137 pulgadas)

Si el espacio libre es mayor que el máximo, reemplace el manguito del embrague de transmisión o la horquilla de cambio de engranajes de transferencia.

3.3.6 inspección del manguito de embrague de alta y baja de transferencia y el N°2 espacio libre para la horquilla del cambio de engranajes de transferencia.

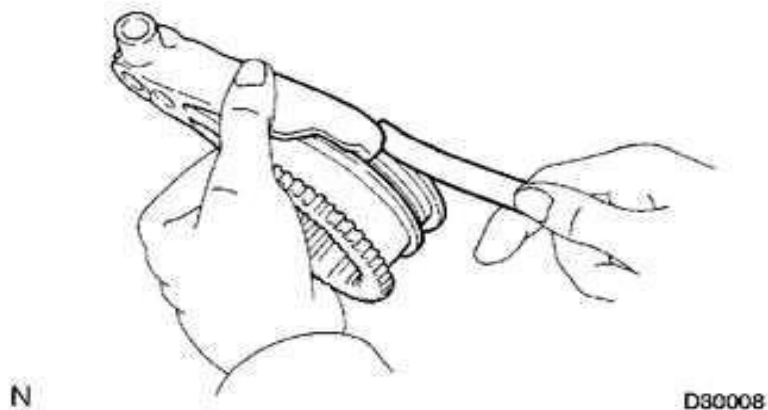


Imagen 3-11: medición holgura de la horquilla de cambio de engranajes de transferencia.

Fuente: Toyota Motor Corporation. (2012). *VF2CM Transfer / 4WD / AWD: Transfer assembly*. Toyota Service Information.

Con una galga de espesor, mida la holgura entre el manguito de embrague de transferencia alta y baja y la horquilla de cambio de marchas de transferencia N°2.

Espacio libre máximo: 0.35mm (0,137pulgadas)

Si el espacio es mayor que el máximo, reemplace el manguito de transferencia alta y baja o la horquilla de cambio de engranaje de transferencia N°2.

3.4 Inspección del conjunto del actuador de cambio de la transferencia VF2CM

Precauciones:

Para realizar esta inspección debe realizarse con el actuador retirado del vehículo ya que, si se procede con el actuador instalado, dicho componente se dañará.

Cuando se realice la inspección del actuador, hágalo funcionar con las líneas conectadas a través de un relé. Si las líneas no están conectadas a través de un relé y el voltaje de la batería se aplica directo al actuador este podría sufrir daños.

3.4.1 chequeo del interruptor 2WD a 4WD HIGH.

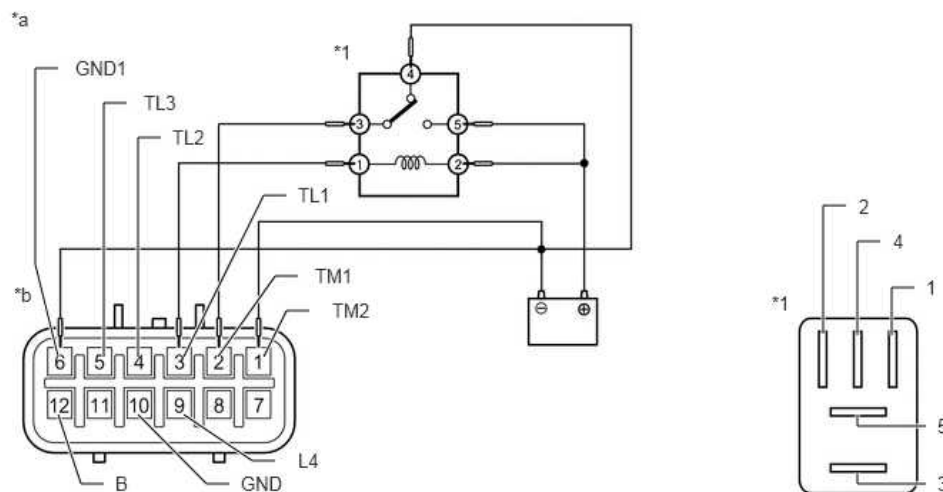


Imagen 3-12: diagrama conector de actuador

Fuente: Toyota Motor Corporation. (2012). *VF2CM Transfer / 4WD / AWD: Transfer assembly*. Toyota Service Information.

1	*	Relé DEF	-	-
a	*	2WD a 4WD ALTA	b	* Componente sin arnés conectado (Conjunto del actuador de cambio de transferencia)

Después de completar el interruptor de 4WD a HIGH a 4WD LOW, inspeccione el interruptor de detección 4WD, el interruptor de detección L4 y el interruptor de limite.

Conexión multímetro	Cambiar Condición	Valores
3 (TL1) - 6 (GND1)	Después de 2WD a 4WD ALTA el interruptor es completo	10 k Ω o más alto
4 (TL2) - 6 (GND1)	Después de 2WD a 4WD ALTA el interruptor es completo	10 k Ω o más alto
5 (TL3) - 6 (GND1)	Después de 2WD a 4WD ALTA el interruptor es completo	Por debajo de 1 Ω
9 (N4) - 6 (GND1)	4WD ALTA el interruptor es completo	10 k Ω o más alto
12 (B) - 10 (TIERRA)	Después de 2WD a 4WD ALTA el interruptor es completo	Bajo 1 Ω

Si el resultado no es el especificado, reemplace el conjunto del actuador de cambio de la transferencia.

3.4.2 Verificación del interruptor 4WD LOW a 4WD HIGH.

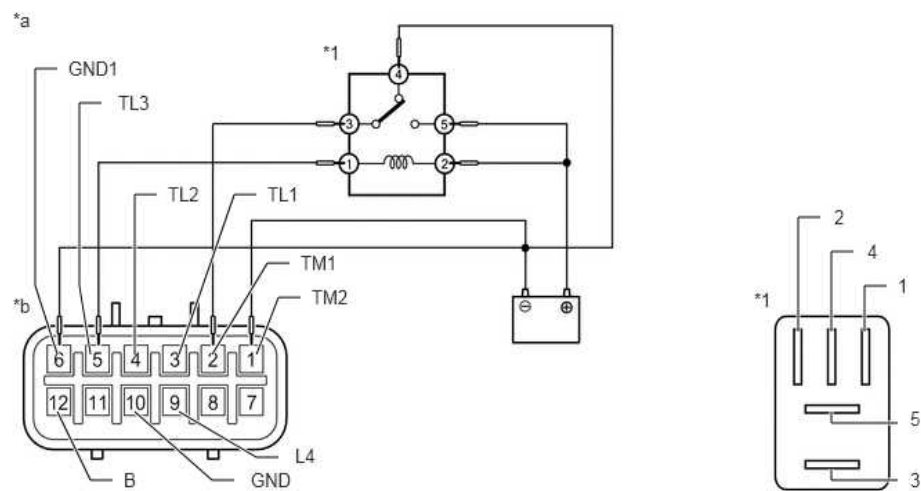


Imagen 3-13: diagrama conector de actuador

Fuente: Toyota Motor Corporation. (2012). *VF2CM Transfer / 4WD / AWD: Transfer assembly*. Toyota Service Information.

1	*	Relé DEF	-	-
a	*	4WD ALTO a 4WD BAJO	b	* Componente sin arnés conectado (Conjunto del actuador de cambio de transferencia)

Después de completar el cambio de 4WD HIGH a 4WD LOW, inspeccione el interruptor de detección de 4WD, el interruptor de detección L4 y el interruptor limite.

Resistencia estándar:

Conexión multímetro	Cambiar Condición	Valores
3 (TL1) - 6 (GND1)	Después de 4x4ALTO a 4WD BAJO el interruptor es completo	10 k Ω o más alto
4 (TL2) - 6 (GND1)	Después de 4x4ALTO a 4WD BAJO el interruptor es completo	Por debajo de 1 Ω
5 (TL3) - 6 (GND1)	Después de 4x4ALTO a 4WD BAJO el interruptor es completo	10 k Ω o más alto
9 (N4) - 6 (GND1)	Después de 4x4ALTO a 4WD BAJO el interruptor es completo	Por debajo de 1 Ω
12 (B) – 10 (TIERRA)	Después de 4x4ALTO a 4WD BAJO el interruptor es completo	Por debajo

Si el resultado no es el señalado, reemplace el conjunto del actuador de cambio de la transferencia.

3.4.3 Verificación del interruptor 4WD LOW a 4WD HIGH.

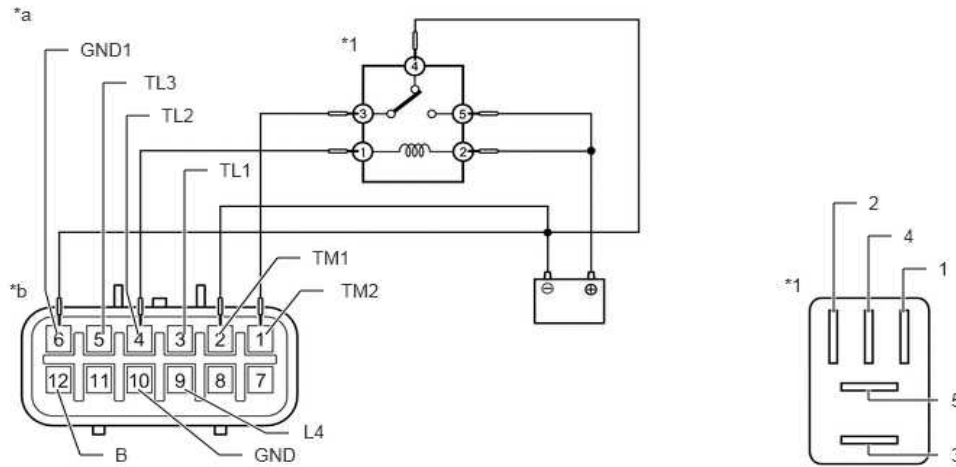


Imagen 3-13: diagrama conector de actuador

Fuente: Toyota Motor Corporation. (2012). *VF2CM Transfer / 4WD / AWD: Transfer assembly*. Toyota Service Information.

1	*	Relé DEF	-	-
a	*	4WD BAJA a 4WD ALTA	b	* Componente sin arnés conectado (Conjunto del actuador de cambio de transferencia)

Luego de completar el interruptor de 4WD LOW a 4DW HIGH, inspeccione el interruptor de detección 4WD, el interruptor de detección L4 y el interruptor limite.

Resistencia estándar:

Conexión multímetro	Cambiar Condición	Valores
3 (TL1) – 6 (GND1)	Después de 4x4 BAJA a 4WD interruptor ALTO Esta completo	10 k Ω o más alto
4 (TL2) – 6 (GND1)	Después de 4x4 BAJA a 4WD interruptor ALTO Esta completo	10 k Ω o más alto
5 (TL3) – 6 (GND1)	Después de 4x4 BAJA a 4WD interruptor ALTO Esta completo	Por debajo de 1 Ω
9 (N4) – 6 (GND1)	Después de 4x4 BAJA a 4WD interruptor ALTO Esta completo	10 k Ω o más alto
12 (B) – 10 (TIERRA)	Después de 4x4 BAJA a 4WD interruptor ALTO Esta completo	Por debajo de 1 Ω

Si el resultado no es el señalado, reemplace el conjunto del actuador de cambio de transferencia.

Resistencia estándar:

Conexión multímetro	Cambiar Condición	Valores
3 (TL1) – 6 (GND1)	Después de 4x4 ALTO a interruptor 2WD Esta completo	Por debajo de 1 Ω
4 (TL2) – 6 (GND1)	Después de 4x4 ALTO a interruptor 2WD Esta completo	10 k Ω o más alto
5 (TL3) – 6 (GND1)	Después de 4x4 ALTO a interruptor 2WD Esta completo	10 k Ω o más alto
9 (N4) – 6 (GND1)	Después de 4x4 ALTO a interruptor 2WD Esta completo	10 k Ω o más alto
12 (B) – 10 (TIERRA)	Después de 4x4 ALTO a interruptor 2WD Esta completo	10 k Ω o más alto

Si el resultado no es el indicado, reemplace el conjunto del actuador de cambio de transferencia.

3.5 DESCRIPCION Y ANALISIS DE LA FALLA EN LA TRANSFER

El problema que se encuentra presente en la camioneta Toyota hilux 2016 es que no se logra acoplar la tracción 4x4 en la camioneta y solamente hay tracción de manera normal, es decir 2WD no permitiendo acoplar ni el 4WD HIGH ni la 4WD LOW.

En el panel del tablero también nos encontramos con la luz de tracción encendida parpadeantemente junto con la luz del ABS encendida



Imagen3-15: luces de falla en tablero

Fuente: propia

3.6 Comienzo de diagnóstico de la falla

Se procedió al desarme del actuador de cambio de la transferencia para realizar su respectivo chequeo.

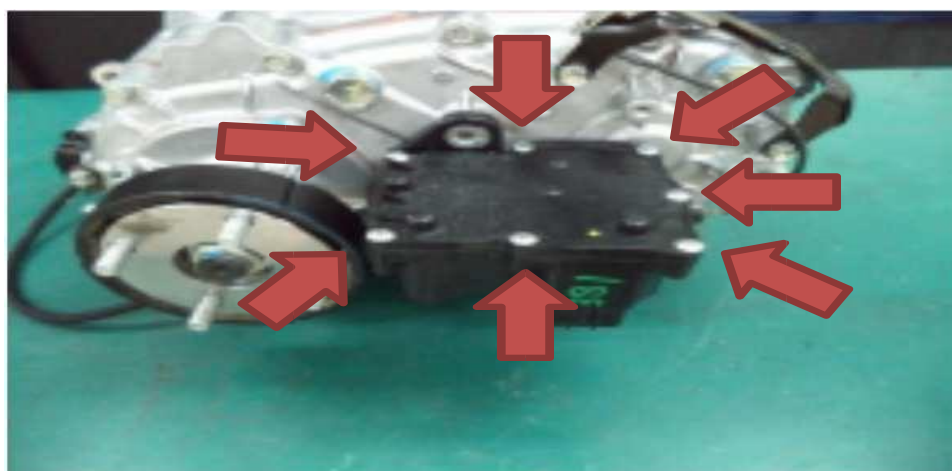


Imagen 3-16: desarme actuador de transfer. Retirar los pernos señalados.

Fuente: propia

Al momento de destapar el actuador se encontró la presencia de agua dentro del conjunto y un oxido y sulfato notorio en sus componentes y circuitos.



Imagen 3-17: componentes dañados del actuador de transfer

Fuente: propia

Luego con un multímetro se midió continuidad entre para chequear las pistas del circuito encontrándonos con la falta de comunicación entre el principio y el final del circuito.



Imagen 3-18: inspección de circuito de actuador

Fuente: propia

También se revisaron los switch de posición de tracción verificando el paso de energía a través de ellos, los cuales no presentaron problemas



Imagen 3-19: medición de micro switch de actuador

Fuente: propia

3.7 Reparación de la falla.

La solución recomendada y efectuada para este problema fue el reemplazo absoluto del conjunto de actuador de cambio de transferencia. Si bien había componentes los cuales no presentaban falla y otros los cuales se podrían haber reparado, no había manera de garantizar su buen funcionamiento.



Imagen 3-20: ensamblaje actuador de transfer

Fuente: propia

3.7.1 Procedimiento de ensamble del conjunto actuador

Antes de comenzar el ensamble del actuador debe asegurarse que el eje de la horquilla se encuentre en posición H2 (eje completamente hacia dentro).



Imagen 3-21: posición de eje

Fuente: propia

Colocar el oring del actuador para que no se presentes fugas de aceite o el ingreso de otros fluidos



Imagen 3-22: oring actuador de transfer

Fuente: propia

Colocar el actuador sin los engranajes en su posición



Imagen 3-23: montaje carcasa actuador

Fuente: propia

Coloque el engranaje conductor de la horquilla de cambio de acuerdo a la sincronización que se mostrara a continuación

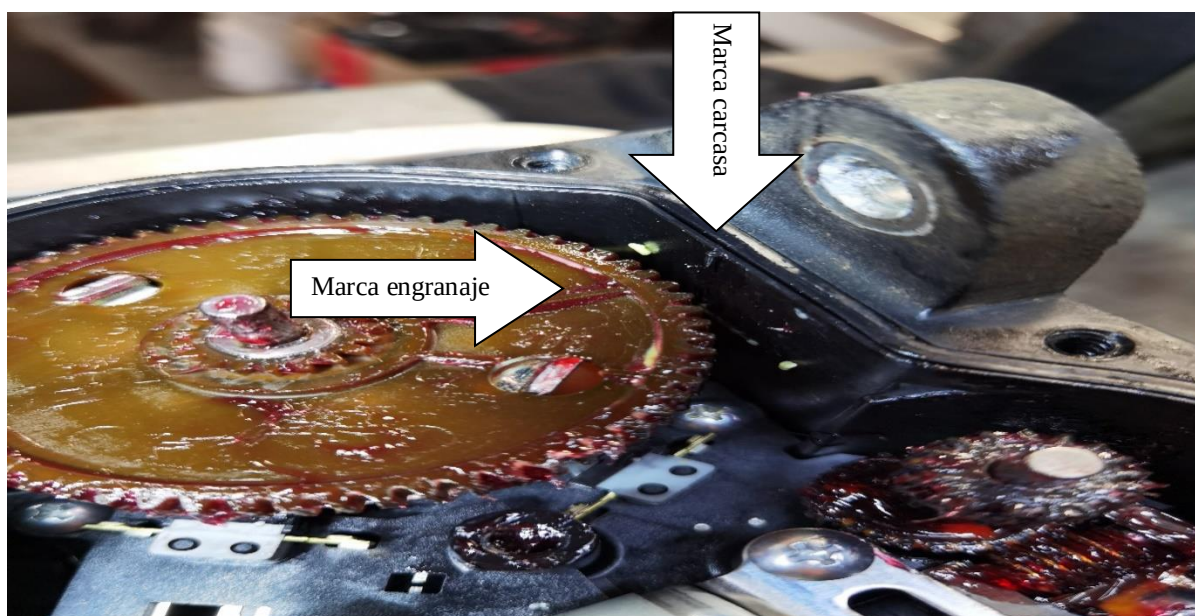


Imagen 3-24: marcas de engranajes

Fuente: propia

Coloque el engranaje intermedio (tener la precaución que el engranaje conductor no se corra de su posición)

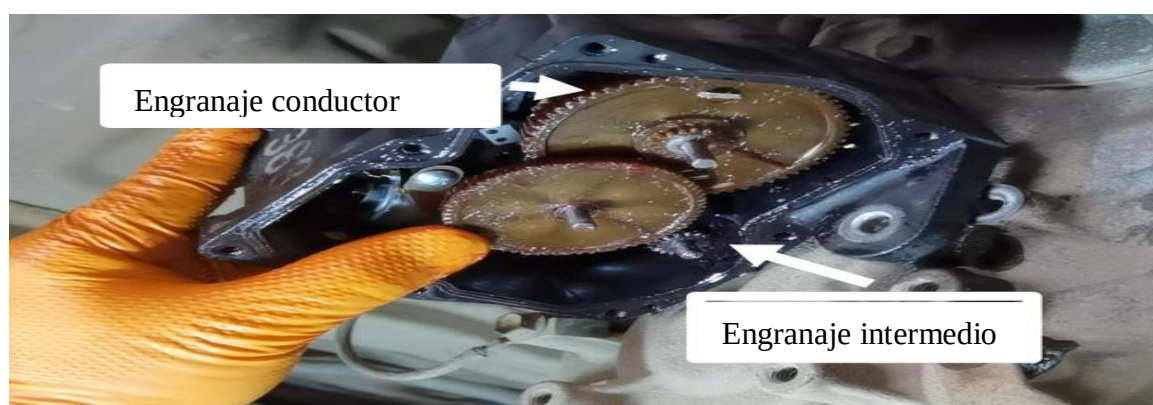


Imagen 3-25: posiciones engranajes

Fuente: propia

Coloque la tapa del actuador luego de haber sincronizado el engranaje rojo como se ve a continuación, teniendo la precaución de no doblar los terminales que van en el conector

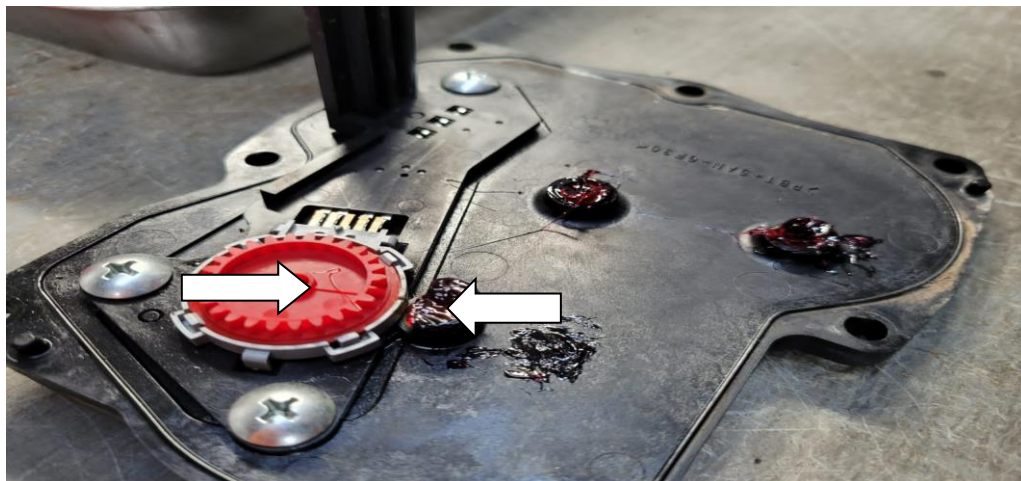


Imagen 3-26: marca engranaje sensor

Fuente: propia

Para verificar si la sincronización está bien puede medir continuidad entre los terminales 3 y 6 del conector C41 que son los terminales de los extremos de la tapa.

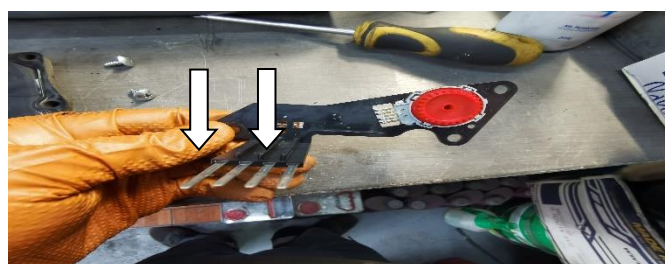


Imagen 3-27: corroboración de sincronización

Fuente: propia

Precaución: en la sincronización del engranaje de la tapa del actuador tener cuidado con las marcas de sincronización, ya que viene una marca falsa.

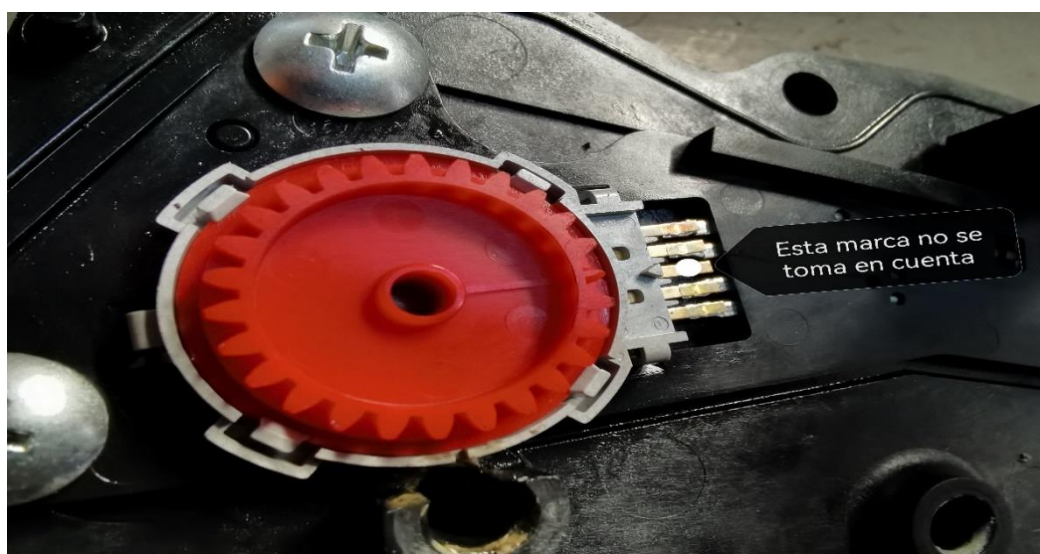


Imagen 3-28: precaución marca falsa

Fuente: propia

Coloque los tonillos de la tapa del actuador, dándole el apreté suficiente para que selle su empaquetadura de goma y no le valla a filtrar agua a su interior en condiciones futuras.



Imagen 3-29: colocación de pernos de tapa de actuador

Fuente: propia

Finalmente procedemos a colocar los 3 pernos de sujeción del actuador de cambio de la transferencia y conectar el conector del circuito eléctrico.

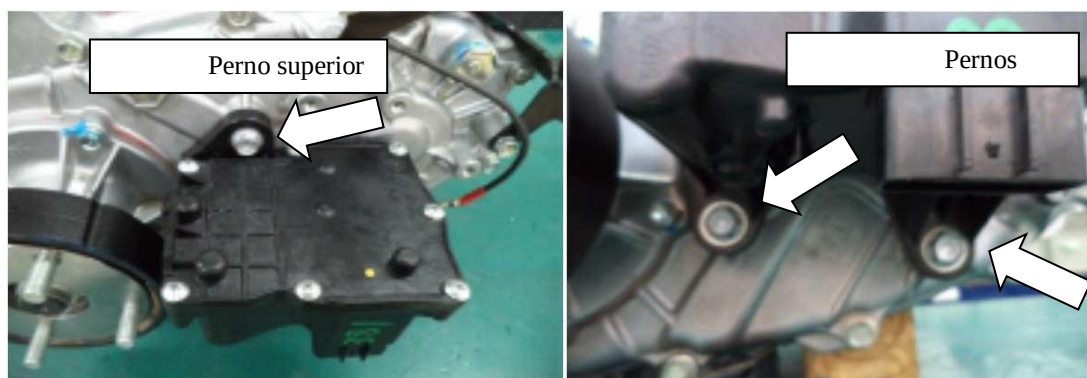


Imagen 3-30: pernos de anclaje actuador de transfer

Fuente: propia

Una vez finalizado el proceso de reparación y sincronización del conjunto actuador de cambio se debe realizar el cambio de aceite a la caja de transferencia para evitar un eventual daño en sus componentes internos, ya que lo más probable es que el aceite se haya contaminado.

El aceite utilizado para la caja de transferencia es un aceite SAE 75w90 en su preferencia full sintético, la cantidad de aceite a echar es de un litro el cual debe ser remplazado en un máximo de 40.000 kilómetros o un año después de su último cambio (condición que primero se cumpla).

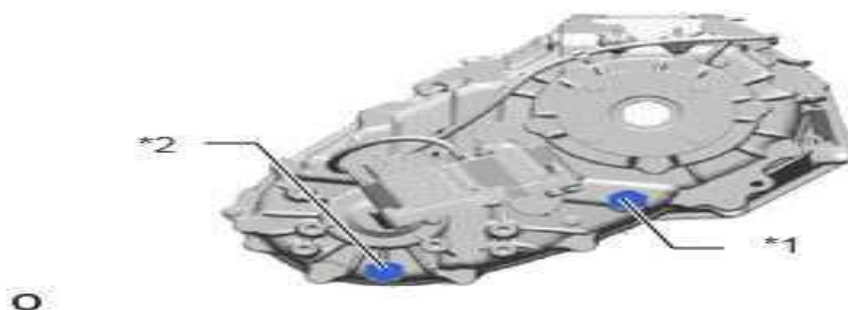


Imagen 3-32: tapones de caja de transferencia

Fuente: Toyota Motor Corporation. (2012). *VF2CM Transfer / 4WD / AWD:*

Transfer assembly. Toyota Service Information

1	*	Tapón de llenado
2	*	Tapón de drenaje

Si no se tiene un registro de mantenciones anteriores es recomendable reemplazar todos los aceites de transmisión los cuales implica: aceite de caja de cambio (SAE 75w90) y aceites de diferencial delantero y trasero (SAE 80W90) que al igual que el aceite de transferencia debe ser reemplazado en un máximo de 40.000 kilómetros o después de un año de su último cambio.

CAPÍTULO 4: COSTOS DE REPARACIÓN TRANSFER TOYOTA HILUX

2016/2019

4 COSTOS.

En este último capítulo nos centraremos en el análisis económico que conlleva el proceso de reparación de la falla de la camioneta Toyota Hilux descrito anteriormente. Se consideran los costos de los principales componentes necesarios para la solución del problema, especialmente el actuador de cambio, junto con la comparación entre repuestos usados y nuevos disponibles en el mercado en su momento.

Además, se muestran valores referenciales obtenidos desde proveedores y distribuidores del rubro automotriz, con la finalidad de evaluar el impacto económico de la reparación y entregar una visión clara de las distintas alternativas al momento de realizar un trabajo de este tipo. Este análisis nos da la facultad de dimensionar los costos reales al momento de realizar una reparación y/o mantención del sistema 4x4, ayudando en la toma de decisiones técnicas y económicas.

A continuación, se presentan cotizaciones oficiales que se lograron conseguir en la empresa automotriz Bruno Fritsch y una des armaduría, también un informe real de una reparación realizada en un taller con experiencia en la falla, en el cual mantuvieron la confidencialidad respectiva sin dar datos ni del vehículo ni su propietario

4.1 INFORME FACILITADO POR EL TALLER SERVIVIO AUTOMOTRIZ LICHELOT



Fecha: 19/11/2021

Informe Técnico

Cliente	: Mxxxxxxx Axxxxxx	Patente	: XXXX-89
Marca	: Toyota	Año	: 2018
Modelo	: Hilux 2.4 4x4	Km.	: 90.686

Servicios

- Reparar Tracción
- Cambio Aceite Diferenciales del/tras.
- Cambio Aceite Caja de Marchas
- Cambio Aceite Caja de Transferencia

Valor Servicios \$300.000

Repuestos e insumos

- Ac. 80w90 LSD 3L \$ 25.500
- Ac. 75w90 5L \$ 67.500

\$93.000

Total a pagar \$393.000.-

4.2 VALOR ACTUADOR DE CAMBIO DE TRANSFERENCIAUSADO:

Aquí tenemos una cotización formal de la desarmadura SAN PABLO LTDA.
(repuesto original usado).



*AUTOMOTORA SAN PABLO LTDA.
86.651.200-0
CAMINO CORONEL N° 7200 KM 19.
FONO: 41 2751297 FAX: 6971139*

FECHA

23	10	2022
----	----	------

Señor: Héctor Briceño Díaz
Rut: 20.033.976-2
Teléfono: 973619854

Cant.	Repuesto	Marca y Modelo	Valor
1	Actuador 4x4	Toyota hilux 2017	\$349.000.-
Valor neto:			\$294.000.-
IVA:			\$55.860.-
Total:			\$349.860.-

Todos los repuestos cotizados son enviados por pagar, lo cual el cliente cancela el costo de envío.

NOTA: VALORES CON IVA

COTIZACION VALIDA POR 15 DIAS

CONDICIONES DE PAGO	<u>Efectivo - Transferencia – Tarjeta de crédito o débito. -</u>
------------------------	---

**ALAN AGUILERA
VENDEDOR.
+56942644540**

La presente cotización tiene vigencia de 10 días a contar de la fecha de emisión. Vencido el plazo, queda sujeta a modificaciones según disponibilidad de stock y cambios en los valores del proveedor.
Todo artículo o accesorio eléctrico vendido por mesón. SIN GARANTÍA.

CONCLUSIÓN:

El análisis realizado permitió determinar que la falla de acoplamiento del sistema 4x4 en la Toyota Hilux 2016–2019 se originó por la presencia de agua y humedad dentro del actuador de cambio de la transferencia, lo que generó corrosión en sus componentes electrónicos y pérdida de continuidad en las pistas del circuito. Esta condición impidió que el actuador enviara las señales necesarias para completar el cambio entre las posiciones 2WD, 4H y 4L, provocando la activación de testigos como ABS y la imposibilidad de conectar la doble tracción.

Mediante un proceso sistemático de desarme, inspección, pruebas eléctricas y verificación del estado mecánico, fue posible identificar con precisión las áreas afectadas y establecer que la solución más adecuada correspondía al reemplazo completo del actuador, debido a que no era posible asegurar una reparación parcial confiable. Posteriormente, se efectuó el montaje, sincronización correcta de engranajes internos y la reposición del lubricante, logrando recuperar plenamente el funcionamiento del sistema de transferencia.

Además, el estudio permitió evidenciar la importancia de realizar mantenimientos periódicos, especialmente el recambio de aceite cada 40.000 km y la revisión de sellos que previenen filtraciones. La información técnica recopilada y la metodología aplicada ofrecen una referencia útil para futuros diagnósticos y procedimientos de reparación en sistemas 4WD eléctricos, contribuyendo al fortalecimiento del conocimiento práctico en el ámbito de la mecánica automotriz

BIBLIOGRAFÍA

- Toyota Motor Corporation. (2016). *Manual de reparación Toyota Hilux 4WD. Toyota Technical Service.*
- Toyota Motor Corporation. (2018). *Manual de servicio sistema de transmisión y transferencia VF2CM. Toyota Service Information.*
- Bosch, R. (2018). *Manual de tecnología del automóvil (10ª ed.). Editorial Reverté.*
- Crouse, W. H., & Anglin, D. L. (2015). *Automotive Mechanics. McGraw-Hill.*
- Halderman, J. D. (2017). *Automotive Technology: Principles, Diagnosis, and Service. Pearson.*
- Gilles, T. (2014). *Fundamentals of Automotive Systems. Cengage Learning.*
- Brunetti, F. (2012). *Motores de combustión interna. Pearson Educación.*
- Manual técnico Bruno Fritsch. (2024). *Catálogo de repuestos Toyota Hilux.*
- Apuntes de Mecánica Automotriz, Universidad Técnica Federico Santa María, Sede Concepción. (2025).

