



**Universidad Técnica del Norte**  
**Facultad de Educación Ciencia y Tecnología**  
**Ingeniería en Mantenimiento Automotriz**

**Tema:**

**Sistema De Transmisión Independiente, A Las Cuatro**  
**Ruedas Del Toyota Land Cruiser**

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

**Autores:**

Guanoluisa Valverde Marco Vinicio

Rueda Guerrero Franklin Eduardo

**Director**

Ing. Tejada Luis

**Ibarra, 2015**

### Certificación

En mi calidad de Director de trabajo de grado sobre el tema: Sistema de Transmisión Independiente, a las Cuatro Ruedas del Toyota Land Cruiser Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por el Sr. Guanoluiza Valverde Marco Vinicio y por el Sr. Rueda Guerrero Franklin Eduardo, egresados de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, considero que dicho informe investigativo reúne los requisitos Técnicos y Científicos acorde a lo establecido por la Universidad Técnica del Norte.

Guanoluiza Valverde Marco Vinicio



Ing. Luis Tejada Huertas.

**DIRECTOR DE PROYECTO**

Quiero dedicar este presente a mis padres, mis hermanos quienes han estado en los momentos más difíciles apoyándome incondicionalmente, llenándome de valor y optimismo en este largo camino del saber, para así poder culminar con éxito una etapa más en mi vida.

Rueda Guerrero Franklin Eduardo

## **Dedicatorias**

Dedico este trabajo de grado a mi familia, a mi padre que confió en mí y me brindó su cariño incondicional, especialmente a dos mujeres en mi vida, mi abuelita paterna que siempre estuvo ahí para mí y me ayudó en muchos problemas; mi madre que nunca me dejó solo y siempre estuvo ahí para mí, brindándome todo su cariño y amor incondicional, una mujer aguerrida y constante la cual luchó duro y sacrificó mucho para verme realizado como profesional y dejarme la mejor herencia que pudo haberme dado, el estudio.

Guanoluisa Valverde Marco Vinicio

Quiero dedicar este presente trabajo de investigación a Dios, a mis padres, mis hermanos quienes han estado en los momentos más difíciles apoyándome incondicionalmente, llenándome de valor y optimismo en este largo camino del saber, para así poder culminar con éxito una meta más en mi vida.

Rueda Guerrero Franklin Eduardo

## **Agradecimiento**

Un agradecimiento a la Universidad Técnica del Norte, por brindarnos la oportunidad de seguir y culminar con los estudios formativos como profesionales, a los docentes de la carrera Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, los cuales con sus enseñanzas impartidas en el transcurso de los 5 años de carrera nos ayudaron a crecer profesional y éticamente en el transcurso de esta etapa. Agradeciendo especialmente al Ing. Geovanny Guevara y al Ing. Luis Tejada quienes nos guiaron paso a paso en la culminación de este trabajo de grado.

Guanoluisa Valverde Marco Vinicio

Rueda Guerrero Franklin Eduardo

## Índice de Contenido

Certificación .....	¡Error! Marcador no definido.
Dedicatorias .....	I
Agradecimiento .....	III
Índice de Contenido.....	IV
Índice de Figuras .....	VI
Índice de Tablas.....	VII
Resumen .....	IVIII
Abstract.....	IX
Introducción.....	X
Capítulo I.....	1
1. Problema de Investigación .....	1
1.1. Antecedentes .....	1
1.2. Planteamiento y formulación del problema .....	2
1.3. Formulación del problema .....	2
1.4. Delimitación.....	2
1.4.1. Espacial.....	2
1.4.2. Temporal.....	2
1.5. Objetivos .....	3
1.5.1. Objetivo General.....	3
1.5.2. Objetivos específicos.....	3
1.6. Justificación .....	3
Capítulo II.....	4
2. Marco Teórico .....	4
2.1. Sistema de Transmisión.....	4
2.2. Elementos del Sistema de Transmisión .....	5
2.2.1. Embrague. ....	5
2.2.2. Caja de Velocidades.....	6

2.2.3. Árbol de Transmisión.....	7
2.2.4. Juntas de Transmisión.....	10
2.2.5. Mecanismo Par Cónico-Diferencial.....	11
2.3. Tipos de Transmisión.....	13
2.4. Sistema de Frenos .....	17
2.4.1. Frenos de Tambor.....	19
2.4.2. Frenos de Disco.....	20
2.5. Válvula limitadora de frenado .....	22
2.6. Glosario De Términos.....	23
 Capítulo III .....	 24
3. Metodología de la investigación .....	24
3.1. Tipo de Investigación.....	24
3.2. Métodos .....	24
3.2.1 Analítico Sintético.....	24
3.2.2. Método del Diseño. ....	24
3.3. Técnicas. ....	25
 Capítulo IV .....	 26
4. Resultados y Propuesta.....	26
4.1. Datos técnicos antes de la adaptación del vehículo jeep Toyota Land Cruiser FJ40	26
4.2. Desmontaje de los Elementos de la Transmisión .....	28
4.2.1. Desmontaje árbol de transmisión.....	28
4.2.3. Desmontaje y despiece del sistema de frenos .....	29
4.2.4. Desmontaje semi-ejes traseros.....	30
4.2.5. Desmontaje semi-ejes delanteros.....	31
4.2.6. Desmontaje conjunto diferencial.....	32
4.3. Adaptación del Sistema de Transmisión.....	33
4.4. Cálculos de la Transmisión.....	46
4.5. Adaptación de frenos de disco a las cuatro ruedas .....	49
4.6. Montaje y Reglaje.....	51

Capítulo V .....	59
5. Conclusiones y Recomendaciones .....	59
5.1. Conclusiones .....	59
5.2. Recomendaciones .....	60
Anexos .....	63

### **Índice de Figuras**

Figura 1. Elementos de la transmisión.....	4
Figura.2. Posiciones del embrague .....	6
Figura 3. Caja de velocidades.....	6
Figura 4. Oscilaciones de las juntas.....	8
Figura 5. Despiece árbol de transmisión .....	9
Figura 6. Juntas universales.....	10
Figura 7. Elementos del semi eje independiente .....	11
Figura.8. Partes del diferencial. ....	12
Figura 9. Esquema de transmisión 4x4 de enganche manual. ....	14
Figura 10. Caja de transferencia. ....	15
Figura 11. Cubo de ruedas libres .....	16
Figura 12. Circuito hidráulico. ....	17
Figura 13. Mecanismo de frenado .....	19
Figura14. Elementos del freno de tambor .....	20
Figura 15. Disco de freno. ....	21
Figura 16. Válvula limitadora de frenado.....	22
Figura 17. Vehículo Toyota Land Cruiser.....	26
Figura 18. Disco de freno .....	29
Figura 19 Tambor de freno.....	30
Figura 20. Semiejes traseros vehículo Toyota Land Cruiser.....	31
Figura 21. Punta homocinética vehículo Toyota Land Cruiser .....	31
Figura 22. Desarmado del conjunto diferencial.....	32

Figura 23. Medidas caracas del conjunto diferencial .....	34
Figura 24. Corte carcasa conjunto diferencial vehículo Toyota Land Cruiser .....	35
Figura 25. Perforación plancha.....	36
Figura 26. Soldadura plancha. ....	37
Figura 27. Unión del conjunto carcasa homocinética- plancha.....	38
Figura 28. Semieje delantero con punta homocinética. ....	39
Figura 29. Eje de transmisión trasero. ....	40
Figura 30. Conjunto base-eje trasero.....	41
Figura 31. Conjunto delantero cardan con brida. ....	42
Figura 32. Conjunto trasero cardan con brida. ....	42
Figura 33. Corte bocín y aumento de diámetro. ....	43
Figura 34. Bocín con perforaciones en su contorno. ....	44
Figura 35. Conjunto junta-horquilla-bocín.....	45
Figura 36. Conjunto manzana disco Toyota Land Cruiser.....	49
Figura 37. Acotación de bases de sujeción disco de freno posterior. ....	50
Figura 38. Armado y montaje del conjunto diferencial.....	51
Figura 39. Cambio de retenedor de aceite conjunto diferencial. ....	52
Figura 40. Árbol cardan Toyota Land Cruiser .....	53
Figura 41. Engrasado de la punta homocinética Toyota Land Cruiser. ....	54
Figura 42. Conjunto manzana disco de freno. ....	54
Figura 43. Montaje árbol cardan con brida.....	55
Figura 44. Inspección del sistema de transmisión independiente modificado. ....	56
Figura 45. Montaje de discos de frenos.....	56
Figura 46. Colocación de candados manuales.....	57
Figura 47. Vehículo Toyota arenero modificado.....	58

### **Índice de Tablas**

Tabla 1.....	27
Tabla 2.....	28
Tabla 3.....	33



## Resumen

Este trabajo trató sobre el mejoramiento de la seguridad y confort del ocupante, al transitar por caminos muy irregulares con el Toyota FJ40 que tenía puentes de transmisión rígidos, lo que lo hacía muy duro y algo inestable. El objetivo, fue el diseño y adaptación de un sistema de transmisión independiente a las cuatro ruedas y discos de freno en las ruedas posteriores; el tipo de investigación es de carácter bibliográfico tecnológico y los métodos utilizados fueron el diseño mecánico y la adaptación; la novedad de dicha investigación radica en utilizar conjuntos de cardan con brida en la parte delantera y trasera; también se utilizaron bridas y pernos que sirvieron de sujeción de ejes y elementos complementarios como rodamientos y retenedores de aceite. Cabe mencionar que se utilizaron los mismos conjuntos diferenciales del vehículo. En la adaptación de discos de frenos se utilizó un conjunto manzana y disco del Toyota FJ40 y se instaló un sistema de cañerías de líquido de frenado. Al terminar el trabajo se realizaron pruebas en la carretera. En este reporte se indica paso a paso el diseño, de los elementos de la transmisión. De igual manera se detalla el montaje de los elementos citados y los cambios en el sistema de freno. El proceso de diseño se realizó manualmente, determinando las cargas, los esfuerzos y finalmente las secciones. Cabe mencionar que el factor de seguridad empleado fue 2.38. Para la elaboración de algunas gráficas se utilizó el programa Solid Works. Al final se hace un pequeño análisis de costos con la finalidad de que quien lea este trabajo sepa si vale la pena este esfuerzo para lograr obtener un vehículo tipo arenero.

## **Abstract**

This work is about the improvement in the security and comfort of the driver when travelling through irregular paths aboard on a Toyota FJ40 which used to have rigid transmission jumpers that made it hard and unstable. The objective was to design and adapt from an independent transmission system to the four wheels and brake disks in the back wheels. The kind of investigation is bibliographical-technological and the methods used were the mechanic design and the adaptation. The novelty of this investigation is in using assembly of cardan and brida in the front and back of the car. It was also used brida and nuts that serve to tight the axis and complementary elements like oil bearings and bans. It is important to mention that it was used the same differential assembled of the vehicle. In the adaptation of brake disk it was used a bearing well assembly and disk of the Toyota FJ40 and it was installed a piping system of brake fluid. When finishing the work, the car was proved on the highway. In this report, it is explained-step by step-the elements of the transmission. In the same way, it is detailed the assembly of the cited elements and the changes in the brake system. The process of the design was done manually, determining the loads, the efforts and finally the sections. It is remarkable to mention that the aspect of safety factor used was two dot thirty eight. To elaborate some graphics, it was used the program Solid Works. At the end, it is done an analysis of cost in order to find out if this effort is worthy or not to get a vehicle of the type off road.

## **Introducción**

Esta investigación, tuvo como objetivo principal la implementación de un vehículo tipo arenero a partir del Toyota FJ40, con sistema de transmisión independiente, para el taller de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz a través del cual los docentes y estudiantes puedan reforzar los conocimientos en clases, siendo vital para el aprendizaje práctico.

Este es un trabajo de tipo tecnológico, porque se basa en el diseño de los elementos del nuevo sistema de transmisión independiente, los métodos fueron el analítico-sintético, debido a la recolección de la información y el diseño mecánico para dimensionar los elementos de la transmisión independiente a las cuatro ruedas. Por otro lado, también se describen los diferentes procesos realizados en la adaptación y montaje de los sistemas.

La conclusión resultante del nuevo sistema de transmisión independiente fue que el vehículo al transitar en caminos irregulares, el sistema trabaja de forma óptima brindando así la seguridad y el confort para los ocupantes.

## **Capítulo I**

### **1. Problema de Investigación**

#### **1.1. Antecedentes**

La marca Toyota se fundó el 28 de agosto de 1937 por Kiichiro Toyota, el primer vehículo fue un camión, proyecto que fue nombrado como Toyota G1. En 1951 Toyota presentó el Land Cruiser. Land que quiere decir tierra y Cruiser aventurero.

Los orígenes del Toyota Land Cruiser se presentaron cinco años después de la segunda guerra mundial. Eran vehículos 4x4 con una caja de tres velocidades con su palanca de cambio situada en la columna de la dirección, la palanca del transfer en el piso del tablero y un asiento corrido, lo que permitía que entren tres personas cómodamente. Entre los años de 1952 al 1965, el modelo Land Cruiser sufrió varios cambios significativos, con lo que llega al modelo del FJ40.

Esta serie se produjo desde el año de 1961 a 1984, el cual vendría a convertirse en una leyenda por todo el mundo, debido a su confiabilidad, practicidad y durabilidad. Los modelos tempranos empezaron con una tercera transmisión de velocidad, en 1974 una cuarta velocidad y en 1983 una quinta velocidad.

Un vehículo arenero está diseñado para caminos de difícil acceso, tiene una suspensión reforzada que se adapta fácilmente a las irregularidades del camino, con una carrocería que se adapta a la suspensión, tiene unas ruedas generalmente grandes y con labrado pronunciado.

## **1.2. Planteamiento y formulación del problema**

El sistema de transmisión del Toyota Land Cruiser FJ 40 1980, es muy pesado debido a que posee puentes delantero y trasero rígidos por lo que resulta poco seguro al encontrarse en caminos irregulares, pues pierde la estabilidad debido a que en un solo lado soporta el peso y carga del vehículo, además que los ejes al momento de transmitir la potencia van estar sometidos a grandes esfuerzos de torsión y flexión, por tal motivo la relación de peso y potencia, el motor llega a bajar su rendimiento.

Al momento de que un vehículo llega a transitar por caminos en pésimo estado, se ven comprometidos tanto la seguridad y confort del o los ocupantes del vehículo, por tal motivo, es necesario contar con la innovación de un sistema de transmisión independiente a las cuatro ruedas, el cual logre reducir dichos inconvenientes y potenciar la seguridad y confort.

## **1.3. Formulación del problema**

¿Cómo adaptar un sistema de transmisión independiente, a las cuatro ruedas del Toyota Land Cruiser?

## **1.4. Delimitación**

**1.4.1. Espacial.** Esta investigación se realizó en los talleres de la Universidad Técnica del Norte, de igual manera se desarrolló en el taller de servicios mecánicos del Sr Flabio Guevara, casa 2-74 vía a Selva Alegre junto a fábrica Pinto, provincia de Imbabura, cantón Otavalo, ciudad Otavalo en donde se encuentra una tecnología moderna.

**1.4.2. Temporal.** Este trabajo se lo realizo durante los meses de septiembre del 2013, hasta diciembre del 2014.

## **1.5. Objetivos**

**1.5.1. Objetivo General.** Montar un sistema de transmisión independiente, a las cuatro ruedas del Toyota Land Cruiser.

### **1.5.2. Objetivos específicos.**

1. Investigar bibliográficamente, sobre el sistema de transmisión.
2. Realizar los cálculos de esfuerzos en la nueva transmisión.
3. Montar el nuevo sistema de transmisión, utilizando un conjunto cardan con brida, independiente a las 4 ruedas.
4. Adecuar un sistema de frenos de disco ventilado, en las ruedas posteriores.
5. Realizar pruebas del funcionamiento del sistema de transmisión.

## **1.6. Justificación**

El presente trabajo de investigación se centró en la construcción, diseño e innovación dentro del sistema de transmisión independiente a las cuatro ruedas, ya que sería un valioso aporte para la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz de la Universidad Técnica del Norte, como material didáctico para los estudiantes, como los docentes de la carrera, con el fin de potenciar los conocimientos acerca de este tipo de automotores. De igual manera para los alumnos que opten por esta carrera, sería fantástico que cuenten con material didáctico, para realizar las prácticas de taller y reforzar los conocimientos teóricos obtenidos en las aulas.

Con la innovación de este tipo de sistema independiente a las cuatro ruedas, se podrá reducir considerablemente el peso del automotor y mejorar la seguridad y confort del mismo.

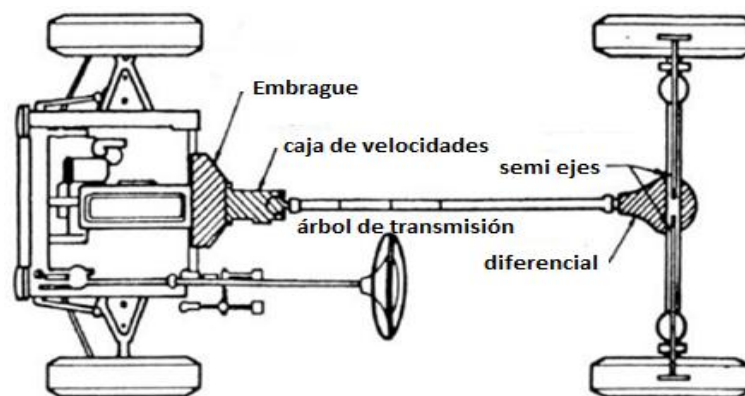
## Capítulo II

### 2. Marco Teórico

#### 2.1. Sistema de Transmisión

(Picabea A, 2010) El sistema de transmisión, es el conjunto de elementos del vehículo encargado de transmitir el movimiento giratorio, conseguido en la caja de cambios al diferencial.

Este sistema también permite variar la relación de transmisión, entre el cigüeñal y las ruedas. Los elementos de un sistema tradicional de transmisión son: embrague, caja de cambios, árbol de transmisión, diferencial, grupo cónico y los semiejes.



**Figura 1. Elementos de la transmisión**

**Fuente:** (Abel, 2010).

## 2.2. Elementos del Sistema de Transmisión

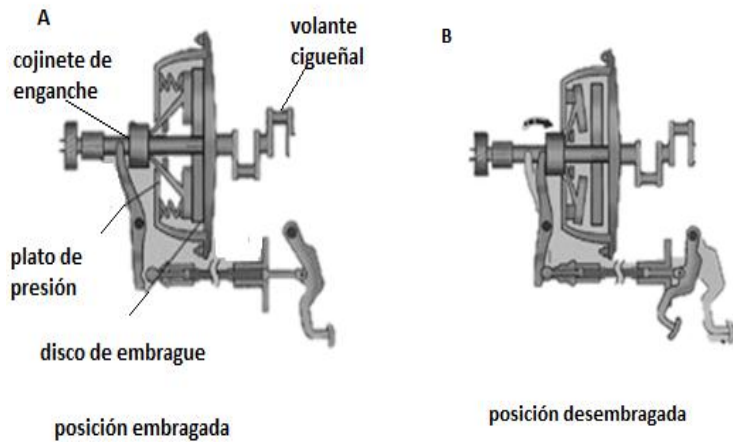
**2.2.1. Embrague.** (Cultural, 2012) El embrague es el sistema encargado de transmitir o interrumpir, el movimiento del motor a través del cigüeñal a la caja de velocidades. Con lo que el conductor, contrala la fuerza de salida del motor a las ruedas. Para que un embrague sea seguro debe ser, suficientemente resistente, fuerte y rápido para absorber al máximo el par motor.

Para la comodidad del conductor y del vehículo, el mecanismo tiene que ser ascendente con el fin, de no generar tirones al instante que el vehículo entre en movimiento desde su reposo. También debe poseer propiedades elásticas, para absorber las revoluciones producidas por el motor al acelerar y desacelerar.

Existen varios tipos de embragues:

- Fricción: consta de dos piezas de unión, que al adherirse entre ellas forman una sola pieza y que al aplicar una apropiada presión se unen fuertemente.
- Diafragma: compuesto de un disco delgado de corte radial, el cual contiene una corona circular con dedos elásticos, los cuales transmiten la presión que ejerce en cada extremo de la corona y el plato de presión.
- Hidráulicos: se los usa para vehículos de cambios automáticos siendo su elemento de unión el aceite.
- Centrífugos: trabajan con la fuerza centrífuga, haciendo que dicha fuerza actúe sobre unos contrapesos cuando el motor genera un determinado régimen de revoluciones, brindando así la presión necesaria para el embragado.
- Electromagnéticos: trabajan a través de campos magnéticos son los menos utilizados.

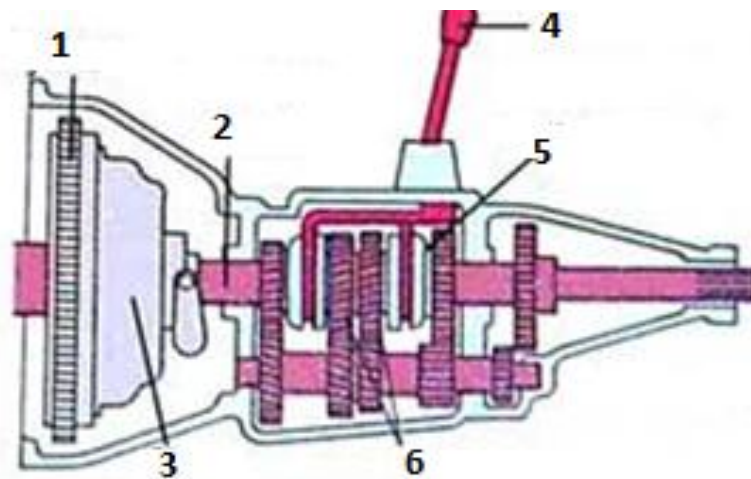




**Figura 2. Posiciones del embrague.**

**Fuente:** (Meganeboy, 2014).

**2.2.2. Caja de Velocidades.** Controla la relación de transmisión, en el aumento, disminución, entre el cigüeñal y las ruedas, para aprovechar en su gran mayoría la potencia que genera el motor por lo que se puede decir, trabaja como un convertidor de par.



1 Volante 2 Flecha de mando 3 Clutch 4 Palanca de velocidades 5 Sincronizador 6 Engranajes

**Figura 3. Caja de velocidades**

**Fuente:** (Celis, 2014)

Existen dos tipos de cajas de velocidades:

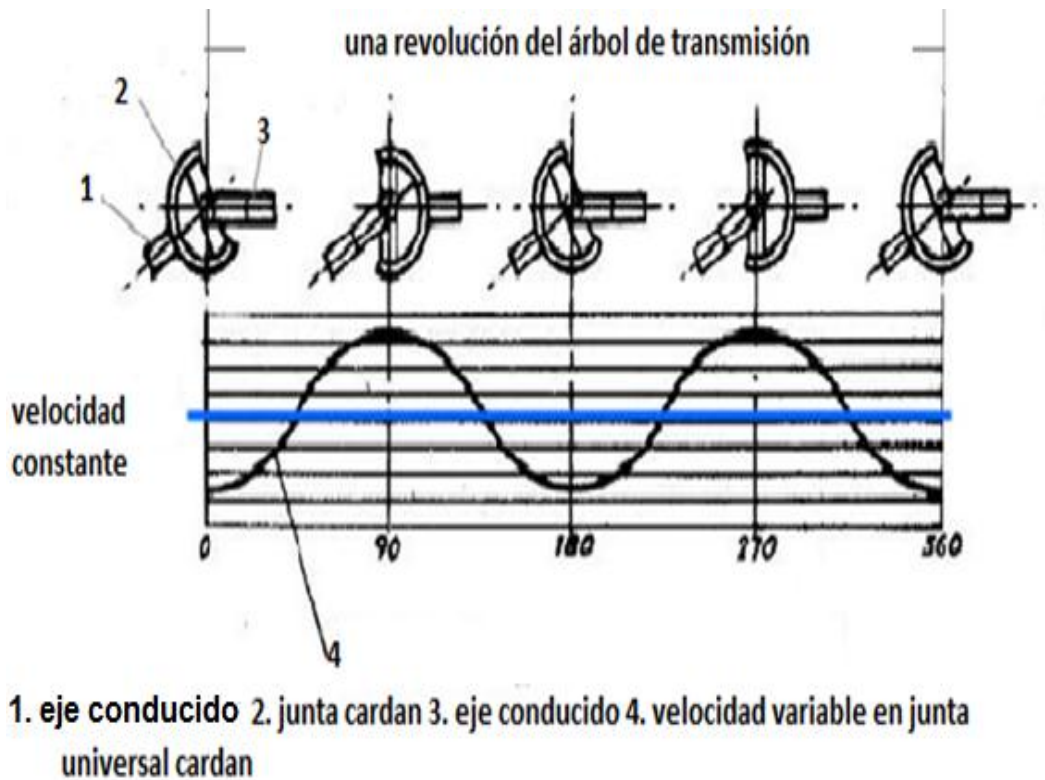
Manuales: requieren de la ayuda del conductor en cada instante de trabajo, para poder controlar el embrague y la caja de cambios.

Automáticas: no requieren de la ayuda del conductor, excepto al momento inicial de arranque para seleccionar la marcha para avanzar o retroceder.

**2.2.3. Árbol de Transmisión.** Se encarga de transmitir el movimiento de la caja de cambios diferencial (cono, corona) constantemente, está sometido a esfuerzos de torsión y oscilación, los cuales contrarrestan la elasticidad del material fabricado de un tubo de acero con una sección longitudinal, el cual en uno de sus extremos va unida con la caja de velocidades y el otro extremo va unido con el conjunto diferencial.

*Árboles de Transmisión con Juntas Cardan.* Hoy las juntas cardan, son las más utilizadas ya que el par motor que transmiten es muy alto, su ángulo de trabajo normal es de  $15^\circ$  y cuando trabaja en condiciones especiales su ángulo es de  $25^\circ$  a  $35^\circ$ . Al estar desalineados surge el problema de fatiga, debido a que se someten a los cambios de velocidad angular.

En los automotores la oscilación de velocidad, es muy pequeña cuando mayor es el ángulo, esto hace que la variación de velocidad sea despreciable.

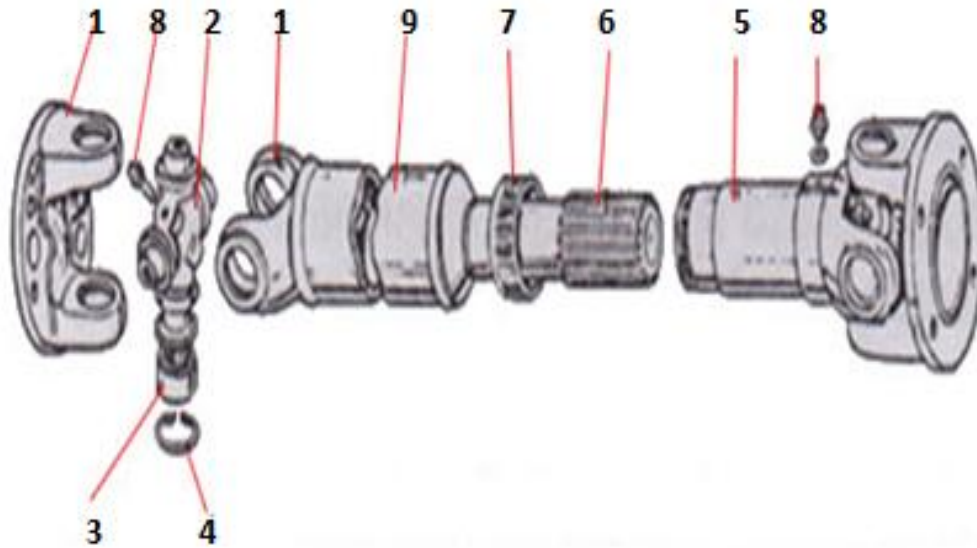


**Figura 4. Oscilaciones de las juntas.**

**Fuente:** (Meganeboy, 2014).

Las juntas universales cardan, están constituidas por dos horquillas unidas entre sí por una cruceta, que va alojada sobre un cojinete de agujas y encajadas a presión en los alojamientos de las horquillas, además están sujetas mediante bridas de retención.

Una de las horquillas va unida al tubo de transmisión y la otra horquilla lleva la brida de acoplamiento, para la unión del grupo propulsor del puente, en el otro lado del tubo la junta cardan va montada en la unión deslizante, constituida por un manguito estriado interiormente, formando parte de una de las horquillas acopladas al estriado del tubo.



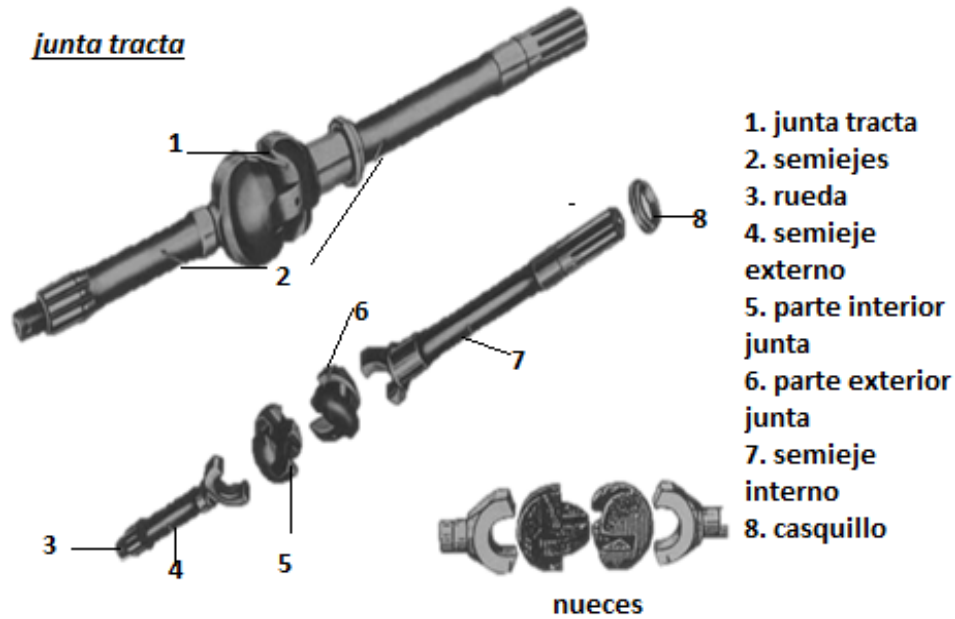
1. Horquilla 2. Cruceta 3. Cojinetes de agujas 4. Circlips o arandelas de seguridad 5. Manguito estriado 6. Estriado 7. Casquillo guardapolvo 8. Engrasadores 9. Tubo

**Figura 5. Despiece árbol de transmisión.**

**Fuente:** (Meganeboy, 2014).

Este grupo constituye una unión oscilante y deslizante, debido a que no sufren averías de ningún tipo, salvo la rotura del propio árbol, en este caso no se admite reparación se debe cambiar todo el grupo. Como no pueden existir averías, se puede ocasionar desgaste pero este se dará solo en los cojinetes de las horquillas de la cruceta, entonces se procede a sustituir o cambiar la cruceta.

*Árboles con Juntas Universales Elásticas.* Este tipo de juntas se utiliza cuando el puente trasero va fijo a la carrocería, o para secciones intermedias de transmisión, por lo que al transmitir el giro no va a necesitar variaciones angulares. Como juntas se utilizan discos de tejido o articulaciones de goma, interpuestas entre dos bridas sujetas con pernos de unión.



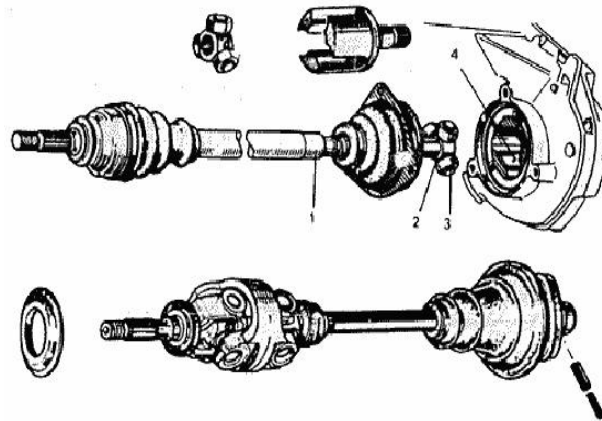
**Figura 6. Juntas universales.**

**Fuente:** (Meganeboy, 2014).

**2.2.4. Juntas de Transmisión.** Son las que permitir unir elementos de transmisión, además se puede variar la longitud y disposición, para aumentar o disminuir el régimen de su giro.

**Juntas Homocinéticas.** Permiten transmitir movimiento uniforme, a lo largo del eje y en cualquier condición con movimiento oscilante de la rueda y según sea el caso la orientación de esta, disminuyen peso y número de componentes. La principal función que deben cumplir estos componentes es transmitir el mismo giro que hayan recibido. Uno de los tipos de juntas homocinéticas más utilizados es la constituida por dos juntas tipo cardan, donde el giro alterado por una de ellas es rectificado por la otra transmitiéndose así una rotación uniforme a las ruedas cual quiera sea su orientación.

En vehículos, con sistema de transmisión delantera y en algunos casos trasera que disponen de suspensión independiente, se encuentran ciertos componentes que reciben el nombre de homocinéticas.



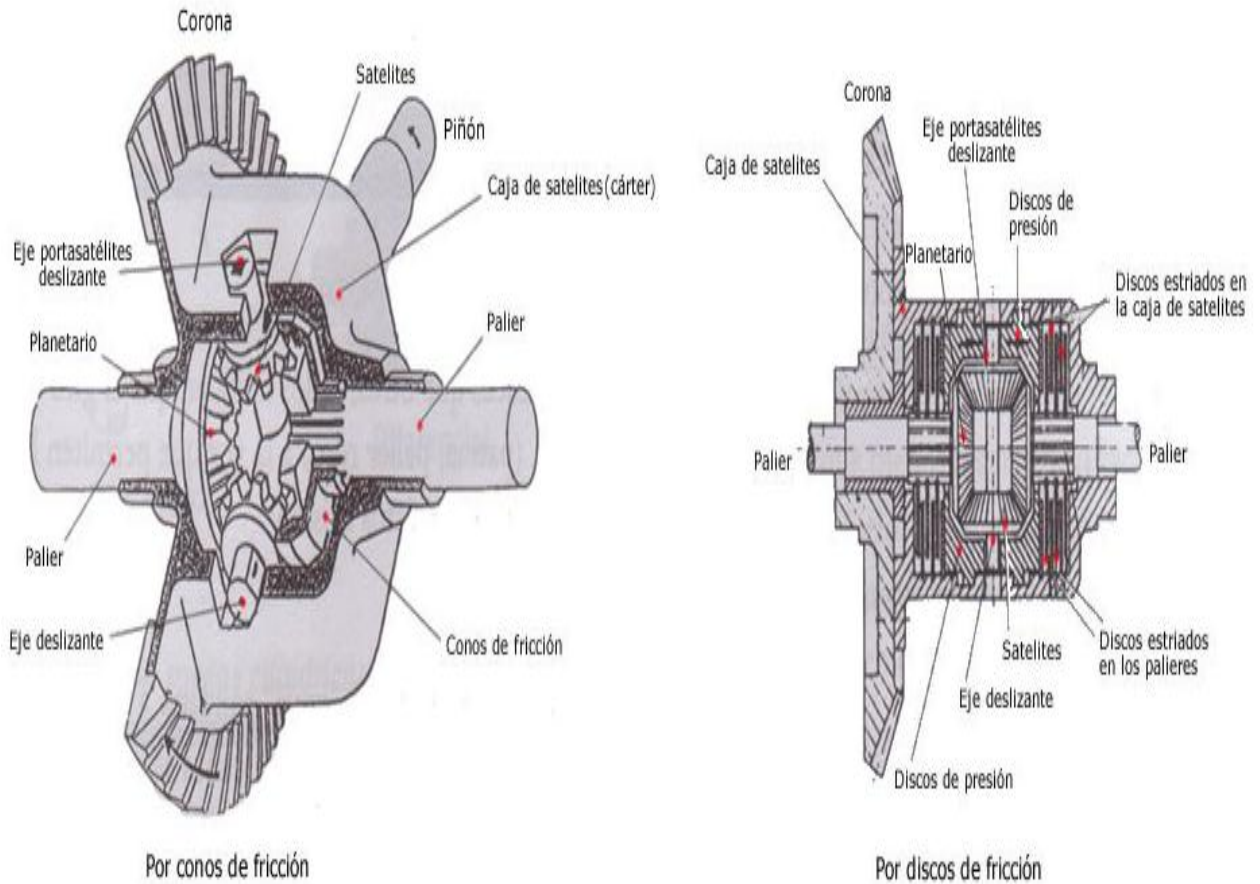
1. Eje homocinética 2. Triceta 3. Rodillos 4. Ranuras de alojamiento

**Figura 7. Elementos del semi-eje independiente.**

**Fuente:** (Scribd, 2009).

**2.2.5. Mecanismo Par Cónico-Diferencial.** Transforma la fuerza motriz que viene desde la caja de cambios, al árbol de transmisión en sentido longitudinal, pasa transversal en los palieres, además mantiene constante la velocidad de giro de las ruedas antes de tomar una curva, por lo que resulta ser un des multiplicador en las vueltas del árbol de trasmisión a las ruedas.

La relación de desmultiplicación está comprendida entre 3:1 y 6:1 esto dependerá del tamaño de las ruedas y de la potencia del motor. Esto se da gracias al mecanismo de piñón y corona los cuales se encargan de realizar las funciones de reducción de velocidad y transmisión entre ejes o palieres. Esta reducción se consigue debido a que el piñón dispone de un menor número de dientes que la corona con lo que también resulta conseguir un aumento de par.



**Figura.8. Partes del diferencial.**

**Fuente:** (meganeboy, 2014).

La función principal del mecanismo diferencial, es de permitir un giro a diferentes velocidades a cada una de las ruedas motrices, debido a los elementos del grupo cónico, (piñón y corona) y la caja diferencial (satélites y planetarios), permitan realizar giros necesarios para que compense la diferencia de vueltas, cuando sea necesario en curvas de trayectoria.

### 2.3. Tipos de Transmisión

Dependiendo de la ubicación del motor y modo de trabajo, de igual manera la relación de peso-carga al que van hacer sometidos, se emplean diferentes tipos de transmisión.

**Motor delantero y tracción delantera.** Este sistema no necesita un árbol de transmisión, debido a que sus ruedas delanteras trabajan al mismo tiempo como directrices y motrices, este sistema es empleado en vehículos de turismo de pequeña y mediana potencia.

**Motor delantero y propulsión.** Para transmitir el movimiento hacia las ruedas traseras que son motrices cuenta con un árbol de transmisión, empleado en automotores de turismo y camiones de alta potencia por su ubicación compleja.

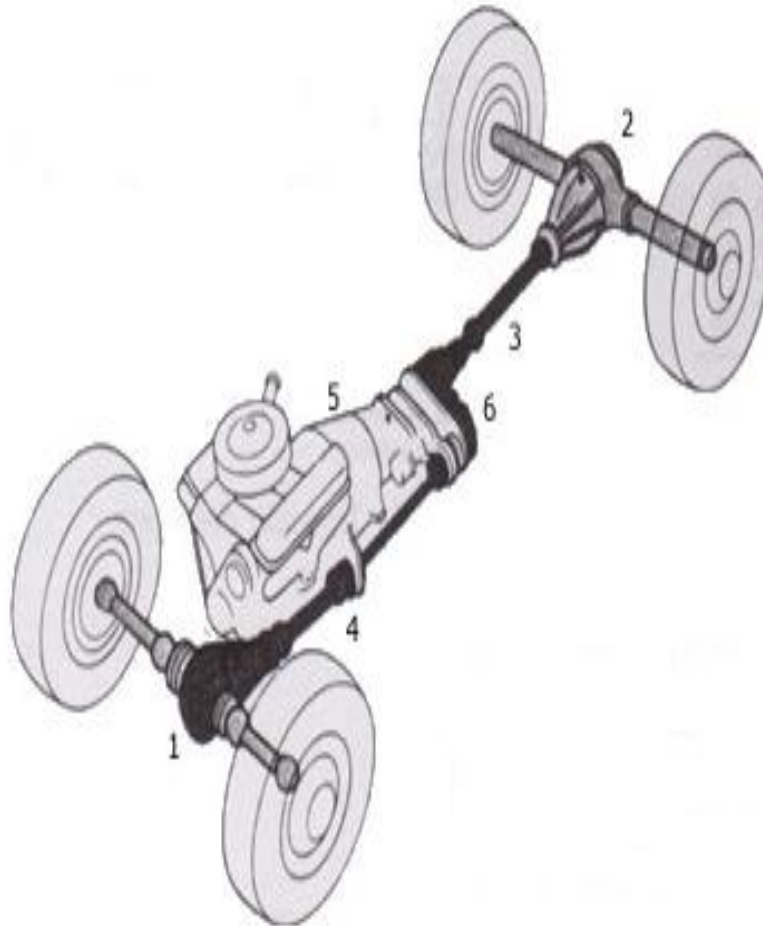
**Propulsión doble.** Cuenta con dos puentes traseros motrices. Se emplean en camiones de gran tonelaje debido a que el peso de carga es soportado por las llantas traseras, con lo cual evita de disponer un grupo cónico de gran dimensión y a su vez reduce el esfuerzo generado de cada grupo a la mitad.

**Transmisión total.** (Bosch, 2005) La tracción a las cuatro ruedas mejora la tracción de los turismos, vehículos todo terreno y vehículos industriales, especialmente con la calzada mojada o liza, así como en condiciones todo terreno.

Este sistema es empleado en vehículos todo terreno, maquinaria de la construcción y camiones. Cuenta de dos puentes y un conjunto diferencial para cada uno de ellos, el conductor del automotor con este sistema, tiene la posibilidad de transmitir el movimiento a un solo puente o a los dos puentes, gracias a que este sistema implementa una caja de reenvío o de transferencia, la cual está unida a una caja de cambios con salida para los dos trenes de transmisión o 4x4.

Lo anterior puede entenderse mejor al mirar la siguiente figura:



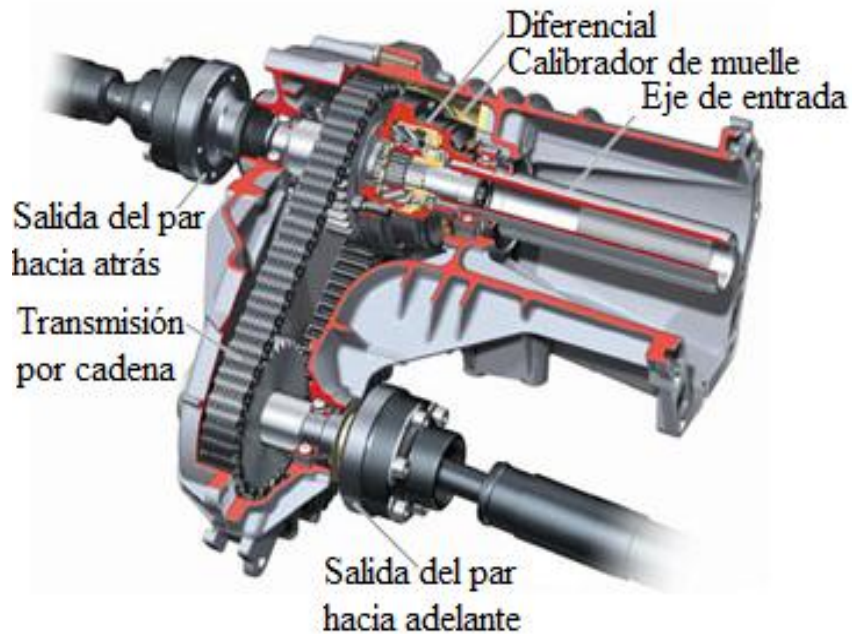


1.- Diferencial delantero 2. Diferencial trasero 3-4.- Árbol de transmisión 5.- Caja de cambios 6.- Caja de reenvío

**Figura 9. Esquema de transmisión 4x4 de enganche manual.**

**Fuente:** (Meganeboy, 2014).

El transfer sirve para la tracción a las cuatro ruedas de un vehículo, es parte fundamental en la línea de enviar la tracción a las cuatro ruedas, su principal función es la de transmitir la potencia del motor hacia los ejes de transmisión tanto delantero como trasero, a través de una palanca accionada por el conductor para tener la facilidad que el vehículos se traslade por todo tipo de terrenos.



**Figura 10. Caja de transferencia.**

**Fuente:** (Barbadillo, 2014)

La caja transfer adopta las siguientes posiciones de funcionamiento:

- Posición 2H: el automotor posee únicamente tracción trasera o en las ruedas del eje trasero.
- Posición 4H: el automotor posee tracción 4x4 con una marcha normal, gracias a que el movimiento es enviado a la transmisión delantera al conectarse con los cubos.
- Posición 4L: el automotor posee tracción 4x4 con la diferencia que en esta posición de la palanca interviene el eje intermedio con la función de disminuir las revoluciones en la parte delantera como trasera, con el fin de poseer un mayor par motor en terrenos de difícil acceso.

Para lograr la transmisión total en los vehículos dotados de este sistema, además de la implementación del transfer es necesario la intervención de un elemento de bloqueo llamado

cubo o candado de ruedas, los cuales permiten que las ruedas delanteras giren pero sin que se muevan los mecanismos internos, es decir, se desconectan los palieres delanteros.

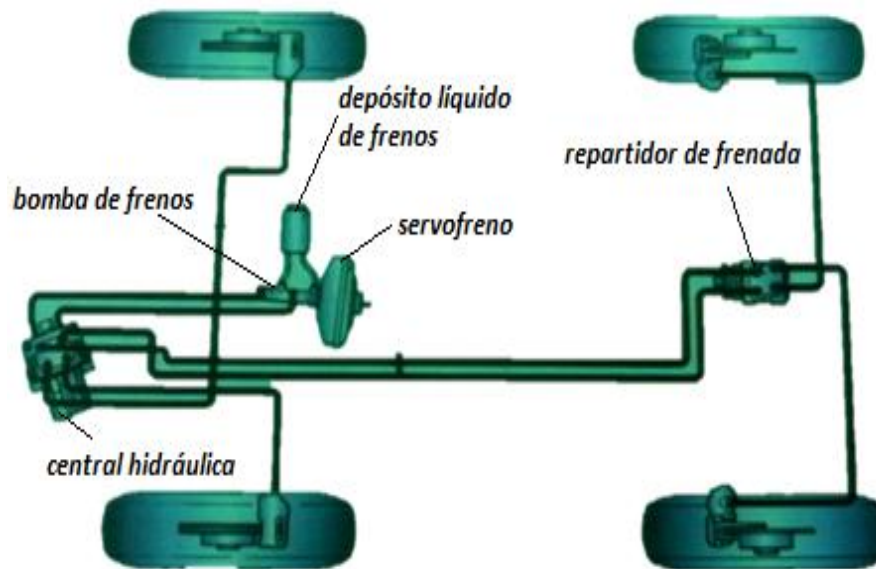
Hay dos tipos de accionamiento manual y automático, en el del tipo manual requiere la ayuda del conductor del vehículo manualmente para conectar o desconectar las ruedas delanteras, en el tipo automático no requiere la presencia o ayuda del conductor del vehículo ya que se activa automáticamente al colocar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



**Figura 11. Cubo de ruedas libres.**

## 2.4. Sistema de Frenos

El sistema de frenos, viene a ser un elemento principal para la seguridad vial del vehículo y por consecuencia para la seguridad del ocupante. Tiene la misión de reducir la velocidad o aminorar la marcha del vehículo, hasta llegar a detenerlo si fuera preciso. Es por esta necesidad que se equipan los vehículos con una serie de mecanismos, los cuales se encargan de mejorar las condiciones de seguridad con un tiempo y distancia mínimos, conservando la trayectoria del vehículo, con una frenada relativamente proporcional al esfuerzo que ejerce el conductor al pisar el pedal de freno, en diversas condiciones de carga, los elementos que componen un circuito de frenos se detallan a continuación.



**Figura 12. Circuito hidráulico.**

**Fuente:** (Cultural, 2012).

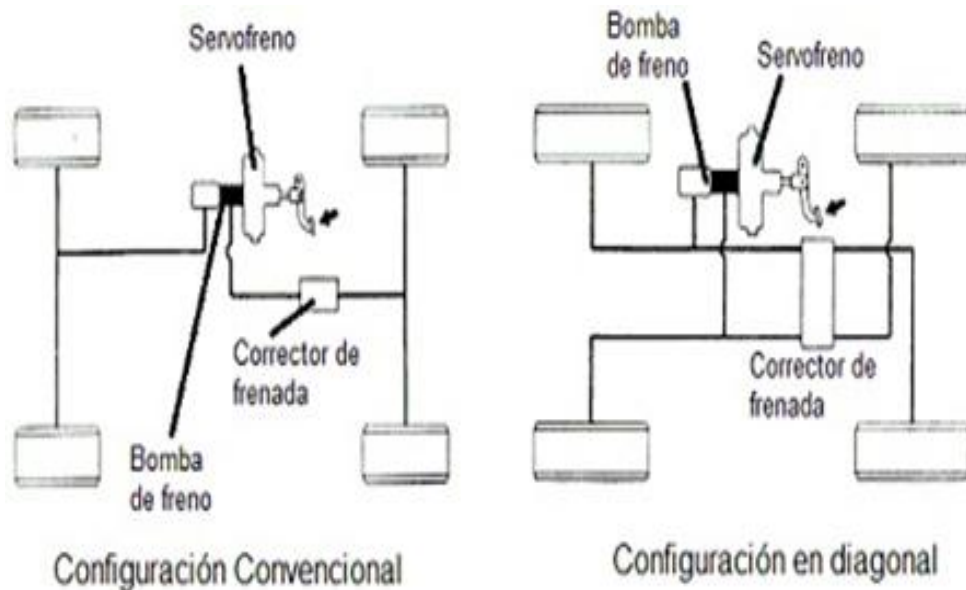
El efecto de frenado, consiste en absorber la energía cinética ejercida por el vehículo en movimiento, dicha energía se transforma en calor por rozamiento entre los elementos de frenado como: zapatas y tambor, pastillas de frenos y disco. Este calor es disipado hacia la atmósfera y depende de la capacidad de tipo o mecanismo que se utilice.

Los mecanismos de frenos se pueden distinguir entre frenos de disco y frenos de tambor, los frenos de disco son utilizados para los ejes delanteros y en vehículos de alta gama para las cuatro ruedas, los frenos de tambor por lo general se los utiliza en los ejes traseros y para vehículos lentos.

Cabe mencionar que debido a las normativas de seguridad, deben existir al menos dos circuitos independientes de frenado, en el que cada uno debe tener un cilindro independiente desde la bomba de freno. Estos circuitos tienen configuraciones reconocidas mediante letras (II, X, HI, LL, HH) basadas según la disposición de las cañerías. Las más utilizadas son las II, X.

Los circuitos con configuración **II** o convencional, están basados en obtener un circuito para las ruedas delanteras y el otro para las ruedas trasera. Esto debido para aquellos vehículos, que tiene la capacidad o acumulación de carga en la parte trasera.

La configuración **X** o en diagonal, como su letra indica el primer circuito actúa sobre la rueda delantera izquierda y la rueda trasera derecha, mientras que el otro actúa sobre la rueda delantera derecha y la rueda trasera izquierda. Este modelo de configuración se utiliza en vehículos modernos de turismo que tienen: motor, caja de cambios, embrague y la transmisión en la parte delantera o frontal.



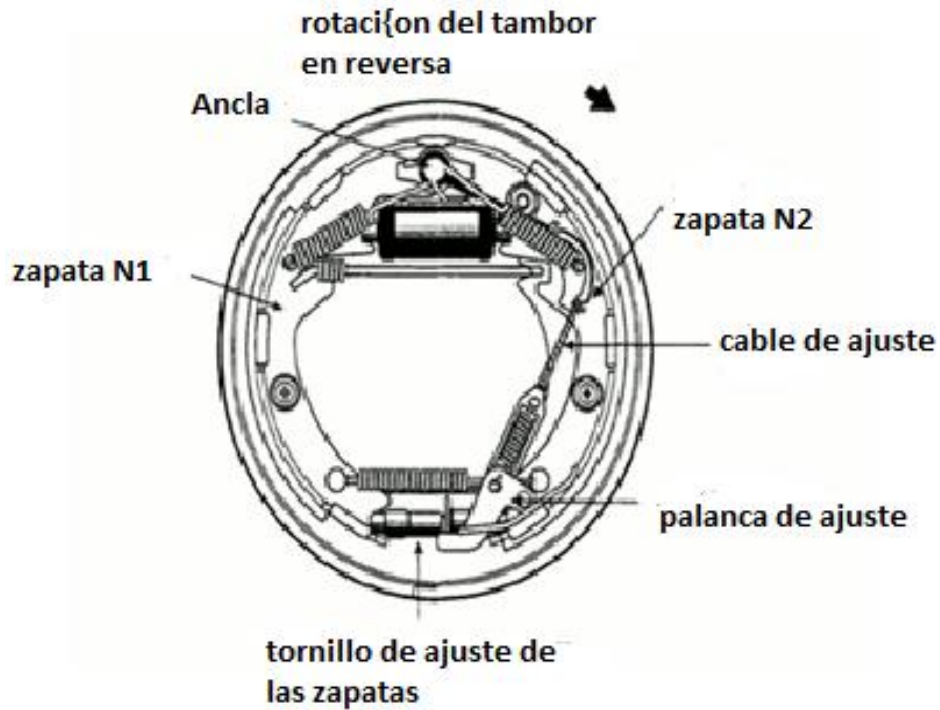
**Figura 13. Mecanismo de frenado.**

Fuente: (Galbarro, 2014).

### 2.4.1. Frenos de Tambor

El mecanismo constituye una parte giratoria de frenado y la otra un plato de freno, en todo esto intervienen accionamientos de elementos hidráulicos como: bombín y zapatas, elementos fijos o regulables como: resortes, pasadores, muelles, y soportes.

El frenado de tambor se da gracias a la fricción causada por un par de zapatas, que presionan contra la superficie interior del tambor giratorio, logrando así detener o parar el vehículo. Pero debido a la fricción de las zapatas tienden a sobrecalentarse fácilmente ya que no tienen manera de disipar el calor por lo que resulta que, debido al exceso de frenado se produce un efecto llamado fading, que viene a ser la dilatación del tambor y la pérdida de adherencia de contacto de las zapatas, resultado del sobrecalentamiento del mecanismo, quedando así el vehículo sin frenos.



**Figura14. Elementos del freno de tambor.**

**Fuente:** (Reviews, 2012).

#### **2.4.2. Frenos de Disco**

Al igual que el mecanismo de freno de tambor, en el de disco encontramos una parte móvil y una fija (disco y pastilla de freno), pero con la ventaja de producir un frenado más enérgico reduciendo con ello un menor tiempo de frenado y por consecuencia una menor distancia de parado, esto debido a que los elementos de fricción se encuentran montados al aire libre, consiguiendo así una mejor refrigeración, en donde la absorción de energía y transformación en calor se pueden realizar más fácilmente.



**Figura 15. Disco de freno.**

**Fuente:** (Meganeboy, 2014).

Los discos de frenos se pueden clasificar en:

- Clásicos: poseen una superficie de fricción sólida y lisa, son muy económicos de fabricar y tiene como desventaja recalentarse y cristalizar las pastillas de freno.
- Ventilados: existen dos discos, los cuales se encuentran unidos entre ellos mediante unas aletas, permitiendo que circule aire del centro hacia fuera, debido a la fuerza centrípeta que ejerce al estar en movimiento. Gracias a esto se consigue enfriar el disco, tanto de su cara exterior como interior por lo que su capacidad térmica de disipación aumenta progresivamente.
- Taladrados o perforados: tiene mayor superficie de contacto, debido a las perforaciones en su contorno las cuales llevan aire fresco a las pastillas, ya que forman un pequeño túnel dichas perforaciones.
- Estriados: por su forma ayudan a remover el aire caliente y limpian la pastilla de freno gracias a su estriado. Tiene la desventaja de desgastarse rápidamente.
- Cerámicos: se los utiliza en autos exclusivos y de altas prestaciones, están compuesto de carbón en una base de cerámica con el fin de brindarle alta resistencia a la temperatura.

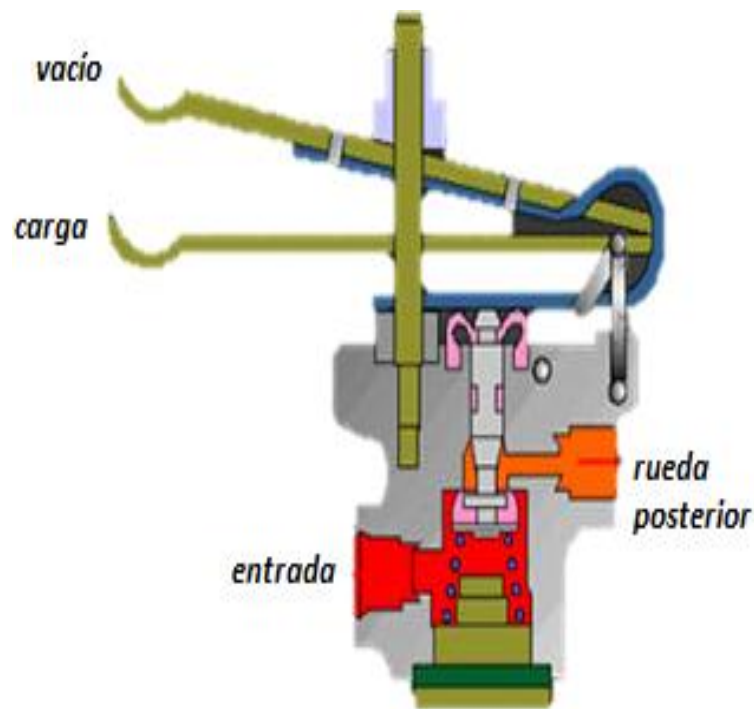


## 2.5. Válvula limitadora de frenado

Su función es reducir la presión del circuito hidráulico de las ruedas traseras, con el fin de evitar que las ruedas lleguen a bloquearse, logrando un sistema de frenado independiente tanto delantero como trasero.

Por su modo de funcionamiento se clasifican en:

- Punto de corte fijo: deja de admitir más presión cuando esta alcanza su valor fijo de presión.
- Por gravedad: depende del peso del vehículo para que la carga de fluido libere más presión en el circuito.



**Figura 16. Válvula limitadora de frenado.**

**Fuente:** (Meganeboy, 2014).

## 2.6. Glosario De Términos

**GTI.** Denominación para vehículos que ofrecen altas prestaciones destinados al uso deportivo

**Pick up.** Denominación para vehículos que contienen habitáculo para conductor y pasajeros y disponen de una zona de carga descubierta.

**Paliers.** Son eje que absorben la potencia del motor y transmiten la fuerza para originar la tracción.

**Potencia.** Es la cantidad de trabajo que realiza un cuerpo en un determinado tiempo.

**Cáliper.** Es un elemento, el cual contiene a los pistones y a las pastillas de un sistema de frenos de disco.

**Vehículos Areneros.** Son diseñados para caminos de difícil acceso, tiene una suspensión reforzada que se adapta fácilmente a las irregularidades del camino con una carrocería diseñada según el criterio del constructor que se sepa adecuar a la suspensión, tiene unas ruedas generalmente grandes y con labrado pronunciado.

**Válvula Limitadora.** Este elemento reduce la presión en el circuito hidráulico de las ruedas traseras con el fin de evitar el bloqueo en estas y es un mecanismo independiente de frenado tanto delantero y trasero.

## Capítulo III

### 3. Metodología de la investigación

#### 3.1. Tipo de Investigación

Esta investigación es de tipo bibliográfica y tecnológica porque se basa en el criterio de propósito o utilidad, debido a que se refiere a elementos empleados para adaptación y montaje de transmisión de un vehículo arenero.

La investigación bibliográfica se realizó apoyándose en toda fuente de carácter documental como: libros, internet, revistas, fuentes bibliográficas para la investigación de diferentes tipos de transmisión y las formas de montaje.

Es tecnológico porque en esencia, parte de un planteamiento y análisis de un problema práctico y se lo va a resolver, mediante la construcción de un sistema técnico que cumpla con los requisitos demandados.

#### 3.2. Métodos

**Analítico Sintético.** Este método se utilizó en la recolección de información en diferentes manuales y libros relacionados con sistemas de transmisión independiente.

**Método del Diseño.** Se utilizó para hacer referencia a una colección de conceptos, principios y relaciones matemáticas para poder calcular los esfuerzos y factores de seguridad de los elementos de un sistema de transmisión.

### **3.3. Técnicas.**

1. Adaptaciones y montajes de árboles cardan con brida y frenos de disco para un sistema de transmisión independiente a las cuatro ruedas.
2. Elaboración de gráficas en Solid Works de piezas que componen el sistema independiente.
3. Pruebas de funcionamiento en caminos irregulares, verificación de confort y mejoramiento del desempeño del motor con los sistemas modificados.

## Capítulo IV

### 4. Resultados y Propuesta

#### 4.1. Datos técnicos antes de la adaptación del vehículo jeep Toyota Land Cruiser FJ40

Se trabajó con el vehículo Toyota Jeep Land Cruiser modelo FJ 40, año 1980 con un motor de 4230 cm<sup>3</sup>, 6 cilindros en línea y una potencia 257,9 KW. Se encontró con un mecanismo diferencial par cónico, caja de transferencia, sistema de suspensión rígido con ballestas a las cuatro ruedas y un peso total de 1755Kg.



**Figura 17.** Vehículo Toyota Land Cruiser.

A continuación se detallan los datos técnicos del vehículo Toyota Land Cruiser.

Tabla 1.

Especificaciones técnicas del motor Toyota FJ40.

MODELO	2F
TIPO	6 cilindros en línea
DISTRIBUCIÓN	OHV
CILINDRADA	4230 cc
RELACIÓN DE COMPRESIÓN	7.8 a 1
ORDEN DE ENCENDIDO	1-5-3-6-2-4
FORMACIÓN DE LA MEZCLA	motor atmosférico a carburación
DATOS TÉCNICOS DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN DEL TOYOTA FJ40	
TRANSMISIÓN	Mecánica
MECANISMO	par cónico diferencial
SISTEMA DE TRANSMISIÓN	ejes rígidos
CAJA DE CAMBIOS	manual con transfer
NÚMERO DE MARCHAS	4 low - 4 high - r 2
POTENCIA	257.9 kW
LONGITUD PUNTAS EJES	171 cm
DELANTEROS(ANCHO)	
DISTANCIA LONGITUDINAL TOTAL	403 cm

Tabla 2.

Relaciones de transmisión Toyota FJ40

IERA VELOCIDAD	5.3:1
TRANSFER BAJA	2.3:1
CONO Y CORONA	3.7:1
TIPO DE FRENOS	
DISCOS VENTILADOS DELANTEROS	
FRENOS DE TAMBOR PARTE POSTERIOR	
PESO	
1755KG	

Tomando en cuenta las especificaciones antes mencionadas del vehículo, el mismo es apto para la adaptación de un sistema de transmisión independiente a las cuatro ruedas y al cambio del sistema de freno de disco en las ruedas posteriores.

#### 4.2. Desmontaje de los Elementos de la Transmisión

Antes de empezar el desmontaje, se observó las condiciones de funcionamiento de todos los sistemas del vehículo en carreteras y caminos en mal estado, dando como resultado la falta de seguridad y confort, además se verificó detalladamente cada una de las partes en las cuales, podían existir averías o desgaste de piezas.

**4.2.1. Desmontaje árbol de transmisión.** Se procedió a desacoplar los pernos de sujeción, que unen el piñón de ataque del diferencial con la base de la cruceta del árbol de transmisión, de igual manera con la base que une la caja de cambios, y enseguida se procedió a retirarlo. Para el árbol delantero, se desacopló los pernos de sujeción que unen con el transfer.

**4.2.3. Desmontaje y despiece del sistema de frenos.** Para el desmontaje primero se procedió a aflojar las tuercas, tanto de las ruedas delanteras y traseras sin retirar la tuerca de los espárragos, y luego se alzó el vehículo con un cilindro hidráulico a una altura prudente, y enseguida retirar las ruedas.



**Figura 18. Disco de freno.**

Se realizó una inspección visual de los elementos del conjunto del freno delantero y se desarmó este conjunto, en los frenos posteriores se retiró los tambores y se procedió a desarmar las zapatas, muelles, cilindros, retenes, protector, calibradores, clavos.





**Figura 19 Tambor de freno.**

**4.2.4. Desmontaje semi-ejes traseros.** Una vez terminado el despiece del sistema de frenos, se continuó con el drenado del aceite del conjunto diferencial y se sacó la cubierta del cárter. Se aflojó y sacó el pasador del piñón del eje del diferencial y se lo retiró de la caja del diferencial con el espaciador del eje. Y se pasó a retirar los semi-ejes.



**Figura 20. Semi-ejes traseros vehículo Toyota Land Cruiser.**

**4.2.5. Desmontaje semi-ejes delanteros.** Para el desacople, se retiró todo el conjunto de la manzana y disco de freno, se retiró los pernos de las medias lunas de la manzana y los rodamientos, tanto superiores como inferiores. Y finalmente con el conjunto del semi-eje y el homocinético.



**Figura 21. Punta homocinética vehículo Toyota Land Cruiser.**

**4.2.6. Desmontaje conjunto diferencial.** Una vez desarmado los elementos del conjunto de frenos y semi-ejes, se continuó con el despiece al conjunto del diferencial con la herramienta adecuada y se inspeccionó los elementos como la corona, satélites planetarios y piñón de ataque, para verificar bajo que condición de funcionamiento ha estado trabajando el sistema.



**Figura 22. Desarmado del conjunto diferencial.**

Una vez realizado, se pudo verificar que los rodamientos del piñón de ataque del conjunto diferencial delantero se encontró en mal estado, por lo cual se reemplazó dicho elemento al igual que su retenedor de aceite, tanto delantero como posterior.

A continuación se detallan los datos técnicos del diferencial.

Tabla 3.

Especificaciones técnicas diferencial Toyota FJ40.

	DELANTERO	1.4	
CAPACIDAD DEL ACEITE LITROS	3 puertas	2.5	2.4
	Trasero 5 puertas	3.1	3.0
VISCOSIDAD DEL ACEITE	SAE 90		
	SAE 80W-90 ó 80W		
GRADO DEL ACEITE	API GL-5		
TIPO DE ACEITE	HIPOIDAL, LSD		
	HIPOIDAL		

### 4.3. Adaptación del Sistema de Transmisión

Para la adaptación del sistema independiente, se tomó en cuenta la carrocería y suspensión estrictamente diseñadas. A continuación se detalla los elementos diseñados, adaptados y modificados para el sistema antes mencionado.

**Carcasas de los conjuntos diferenciales.** Debido a que se utilizó el mismo conjunto diferencial para el sistema independiente, se procede a tomar medidas de la carcasa, solo la parte donde se alojan los satélites, planetarios y corona es decir el conjunto diferencial y en la parte delantera la carcasa que aloja la punta del homocinético. Con medidas de 161 mm de la parte central del diferencial hacia su extremo, y en la parte delantera, la carcasa del homocinético una medida de 205 mm.



**Figura 23. Medidas caracas del conjunto diferencial.**

Este procedimiento se realizó en un torno, con el fin de balancear la carcasa y señalar con exactitud las distancias del corte, una vez realizado este trabajo, se procedió al corte manualmente utilizando una amoladora.





**Figura 24. Corte carcasa conjunto diferencial vehículo Toyota Land Cruiser.**

Al terminar los cortes respectivos tanto de la carcasa del conjunto diferencial delantero y posterior, se comenzó con el diseño del sistema de transmisión independiente, y con el fin

de albergar estas partes, se utilizó las planchas que alojan el sistema de suspensión, estas planchas fueron perforadas en su punto medio, hasta llegar a un diámetro de 90 mm y a la vez, se soldó una pista con la medida antes mencionada, el cual serviría para alojar un rodamiento y un retenedor de aceite, tanto para la parte del conjunto diferencial y la parte de la salida de la punta del eje a las ruedas.



**Figura 25. Perforación plancha.**

El procedimiento de perforación de las planchas y proceso de soldadura de los bocines, se realizó en un torno, debido al diámetro a perforar y a un correcto balanceo y centrado de las piezas antes mencionadas, para continuar con la unión mediante soldadura MIG.



**Figura 26. Soldadura plancha.**

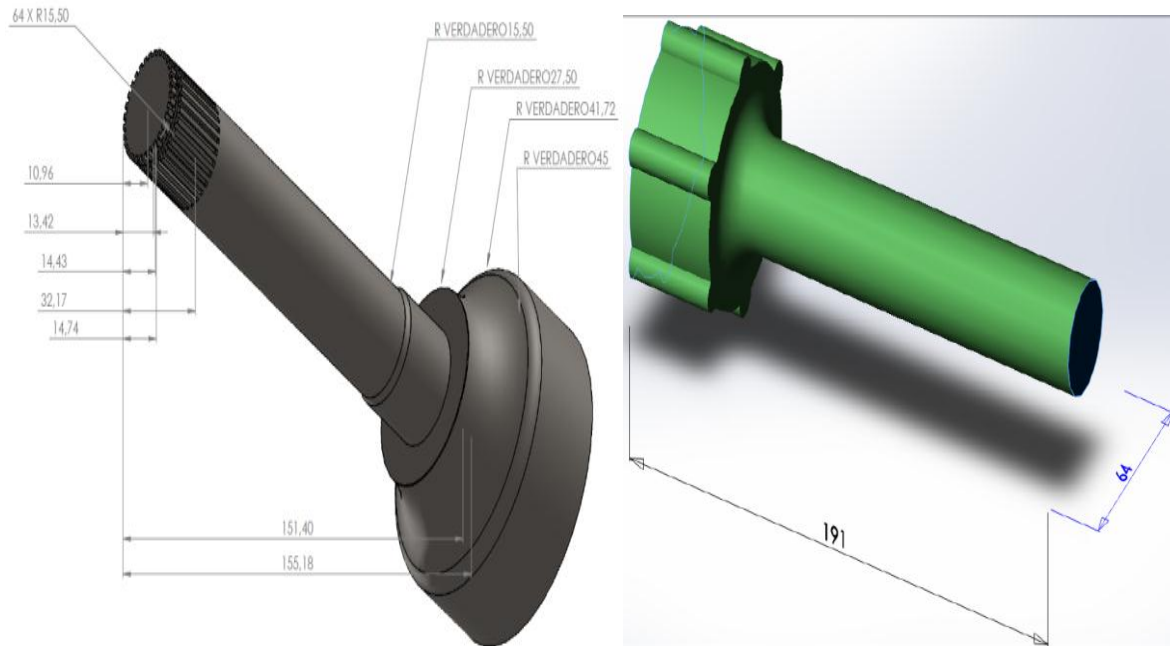
Para culminar la modificación del conjunto de la carcasa del diferencial y del homocinético, se continuó con un trabajo de soldadura MIG, uniendo la carcasa a sus respectivas planchas, todo este procedimiento se realizó en un torno.





**Figura 27. Unión del conjunto carcasa homocinética- plancha.**

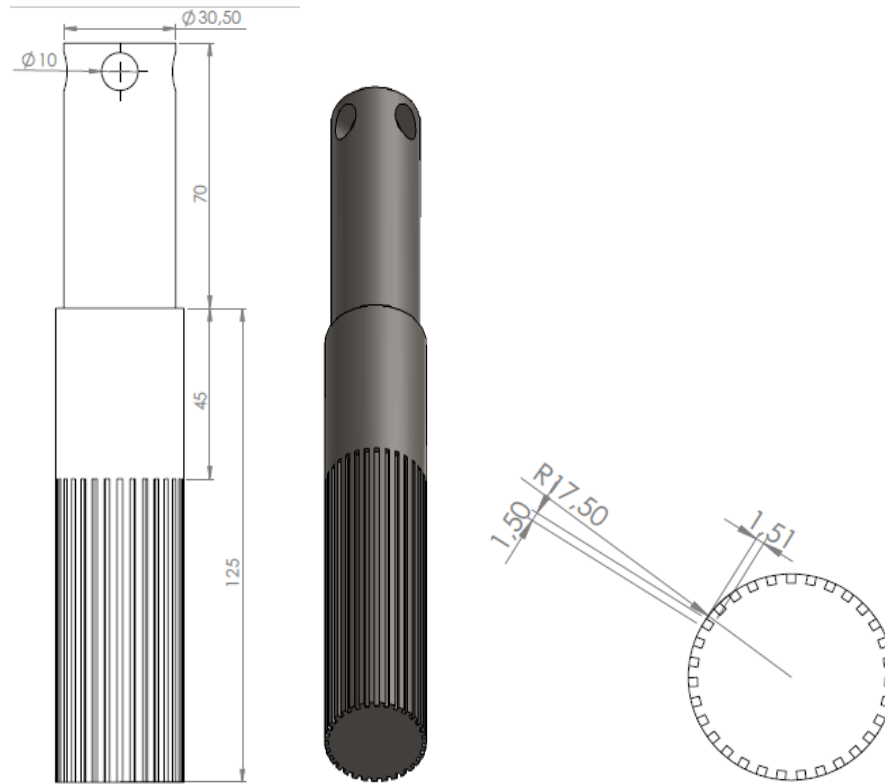
*Los semi-ejes delanteros.* Se recortó tomando en cuenta, la distancia del estriado de acople del conjunto diferencial 200 mm y de la punta de salida del semi-eje homocinético, hasta el eje 395 mm, para cada lado. Estos semi-ejes fueron reducidos 2 mm de diámetro debido al acople con el respectivo bocín, toda esta modificación se la realizó en un torno.



**Figura 28. Semi-eje delantero con punta homocinética.**

En cada semi-eje se realizó cuatro perforaciones en su contorno, con broca de diámetro 7/16. En el proceso de perforación tanto para semi-ejes delanteros como traseros, se utilizó brocas de concreto de 1/8 en un inicio debido a que el material del eje fue duro de perforar, luego se procedió con brocas de hierro 3/8, y finalmente brocas de cobalto 7/16 esto a una profundidad de 7 mm, la utilización de estas brocas fue recomendada por personal del taller.

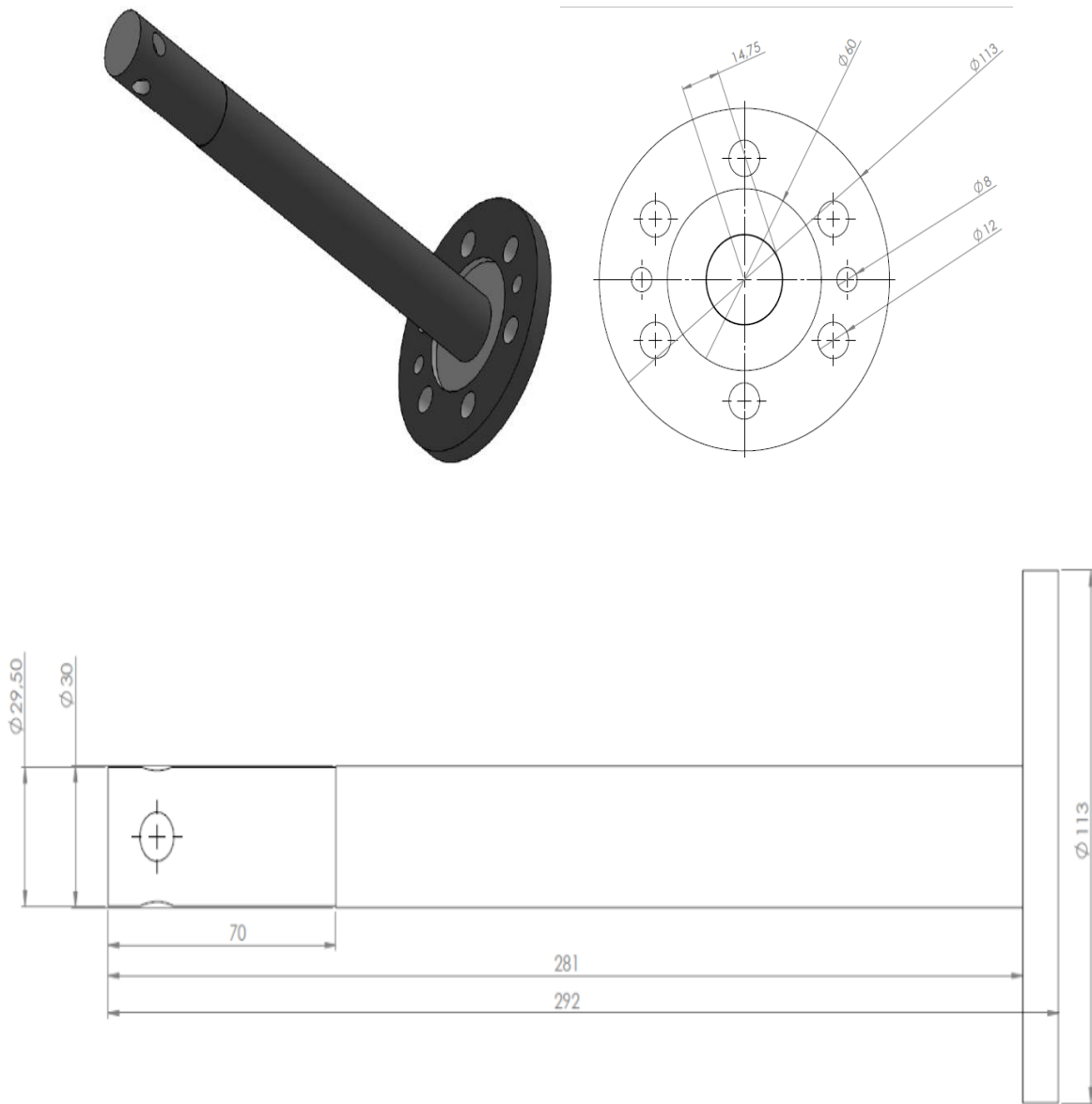
*Semi-ejes traseros.* Se utilizó el mismo semi-eje, pero solo la parte del semi-eje estriado que va al conjunto diferencial con una distancia de 200 mm de longitud, este eje tenía un diámetro de 35 mm por lo cual se tuvo que reducirlo a 29,5 mm de diámetro, debido al acople con el respectivo bocín, este proceso se realizó en un torno.



**Figura 29. Semi-eje de transmisión trasero.**

Para la parte que une al eje, con la base de la llanta, se utilizó semi-eje delantero de 292 mm de longitud para cada lado, se diseñó una base de 6 mm de espesor con diámetro de 140 mm, la cual tuvo que ser perforada 28 mm en su punto medio. Además a esta base se le realizó 6 perforaciones en su contorno, para lograr el acople con la manzana del conjunto del freno de disco, para este procedimiento se utilizó broca 1/8, el trabajo se lo realizó en un taladro de pedestal para dichas perforaciones.

Una vez ya realizado este trabajo se procedió a soldar el eje, en su punto medio de la base utilizando suelda eléctrica con material de aporte 7018, quedando la pieza eje-base como se muestra a continuación en el gráfico.



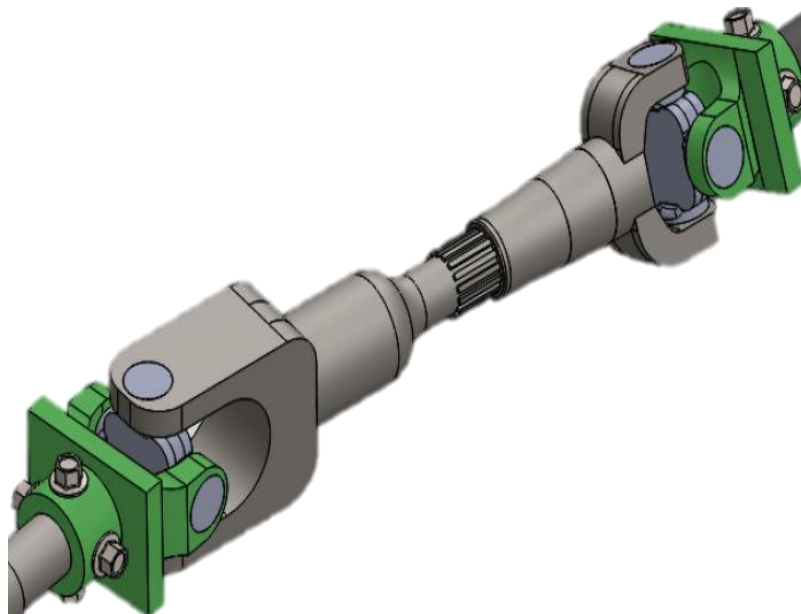
**Figura 30. Conjunto base-eje posterior.**

*Conjunto de transmisión de cardan con brida.* Con la innovación de utilizar conjuntos cardan con brida, para el sistema de transmisión independiente delantero y trasero, se implementó dichos elementos de automotores tipo camioneta y se procedió a cortar la parte del tubo de los árboles de transmisión para utilizar solamente la parte junta cardan, longitud extensible y las horquillas de acoplamiento, es decir los acoples del macho y hembra, con una medida de 300 mm entre las bases de cada cruceta de los árboles.



**Figura 31. Conjunto delantero cardan con brida.**

Para el sistema de transmisión independiente trasero y debido al montaje de los sistemas de suspensión y carrocería modificadas, se realizó el proceso antes mencionado con la única diferencia que fue la de la longitud entre las bases de cada cruceta (junta) de los árboles 380 mm, debido a la alineación entre el sistema de transmisión independiente delantero y trasero ya que la parte del diferencial con sus planchas que aloja el sistema de suspensión fue fijado en el chasis.



**Figura 32. Conjunto trasero cardan con brida.**

**Bocín.** Para lograr el acople de estos semiejes recortados, con el conjunto de transmisión de cardán con brida, se implementó un acople o bocín, para lo cual se utilizó un ACERO 147M EJE Perforada 50.00X30.00 mm, el cual se recortó en secciones de 30 mm de longitud.

Una vez recortadas las secciones, se procedió al aumento de su diámetro a 28 mm.. Para el incremento de diámetro interior del eje perforado, se utilizó una broca de 28 mm y después 2 mm mediante cuchilla. Tanto los cortes como la perforación se realizaron en un torno.



**Figura 33. Corte bocín y aumento de diámetro.**

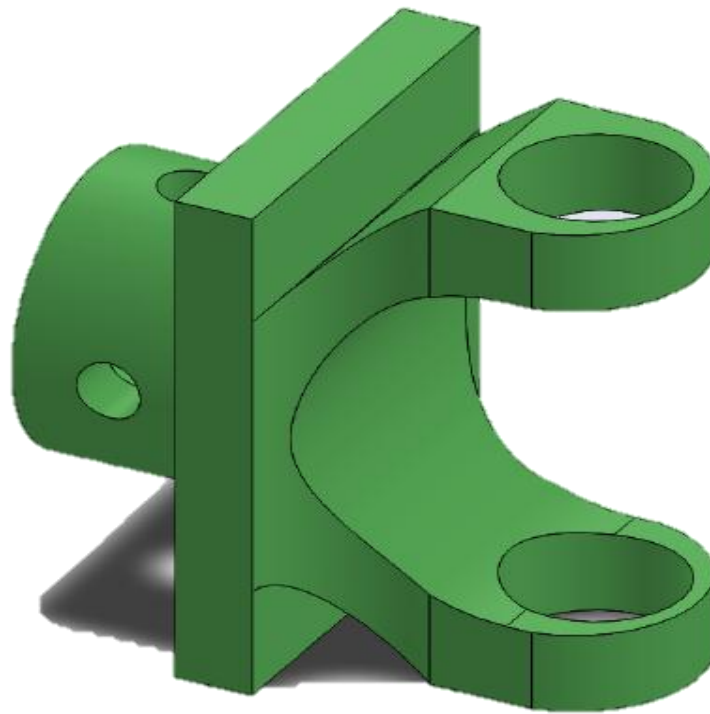
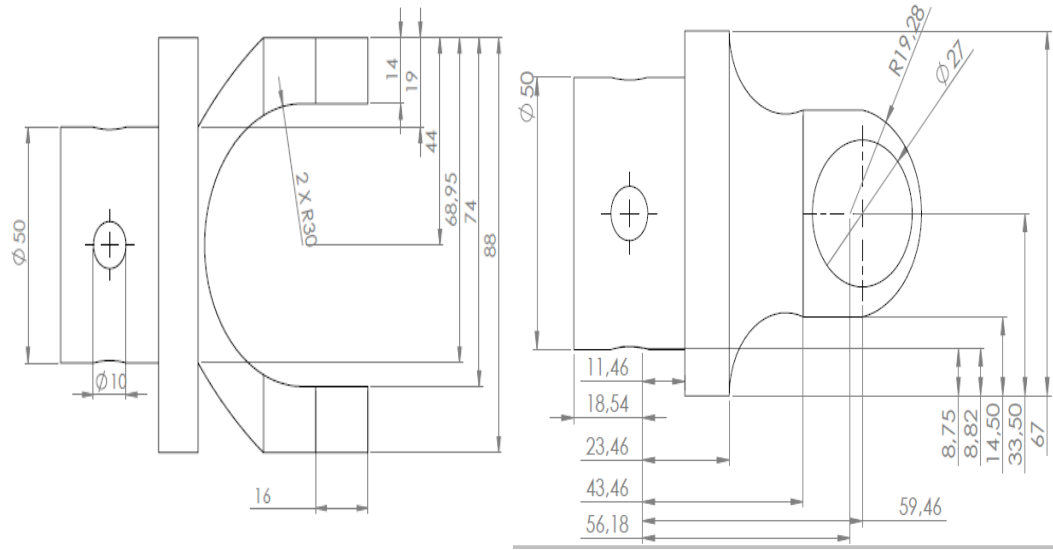


Al bocín o elemento de acople, se le realizó perforaciones de diámetro 7/16 en el contorno del cuerpo, para colocar prisioneros. Su respectivo proceso de roscado en estas perforaciones, se utilizó machuelos 7/16 NG, por lo cual se utilizó prisioneros de esta medida.



**Figura 34. Bocín con perforaciones en su contorno.**

Finalizado los cortes y aumento de diámetro, se continuó con el proceso para el centrado de los bocines en las horquillas o bases de las crucetas, con el fin de evitar vibraciones en el sistema. Se prosiguió a unir las partes antes mencionadas, mediante un proceso de soldadura MIG.



**Figura 35. Conjunto junta-horquilla-bocín.**



#### 4.4. Cálculos de la Transmisión

A continuación se realizan los cálculos de torque y el factor de seguridad en los prisioneros del bocín.

*Datos*

$$P = 257.9 \text{ Kw} = 257900 \text{ w} = \text{Nm}$$

$$D = 0.03 \text{ m}$$

Pernos 7/16 grado 8

RPM=1200 es un valor nominal del régimen del motor.

*Torque del motor*

$$P = T * n$$

Donde

$$T = \frac{P}{n}$$

$$n = \frac{2\pi 1200}{60} = 125.66 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$T = \frac{257900 \text{ Nm}}{125.66 \text{ rad/s}} = \mathbf{2052.3 \text{ Nm}}$$

*Relaciones de transmisión y torque*

*Datos:*

Primera marcha 5.3 a 1

Diferenciales 3.7 a 1

Transfer baja 2.3 a 1

Número de revoluciones 1era marcha

$$\text{rev} = \frac{1200}{5.3} = 226.4 \text{ rev}$$

$$n = \frac{2\pi 226.4}{60} = 23.6 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

*Número de revoluciones conjunto diferencial*

$$\text{rev} = \frac{226.4}{3.7} = 61 \text{ rev}$$

$$n = \frac{2\pi 61}{60} = 6.3 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

*Torque diferencial*

$$T = \frac{P}{n}$$

$$T = \frac{2052.36 \frac{\text{Nm}}{\text{s}}}{6.3 \text{ rad/s}} = \mathbf{325.7 \text{ Nm}}$$

*dividiendo el T para cuatro puntos que son los pernos utilizados*

$$T = \frac{325.7}{4} = 81.82 \text{ Nm}$$

*Esfuerzo conjunto diferencial*

$$T = F * d$$

$$F = \frac{T}{d}$$

$$F = \frac{81.42}{0.03\text{m}} = 271.4 \text{ N}$$

*Esfuerzo cortante*

$$\tau = \frac{F}{A}$$

*Área del perno*

*se utilizó un perno de  $\frac{7}{16}$  por 1plg*

*longitud = 2.54cm*

*espesor = 1.11cm*

$$A = l * e$$

$$A = 2.54 * 1.11 = 2.81\text{cm}^2 = 0.0281\text{m}^2$$

*se utiliza cuatro pernos con las mismas áreas entonces*

$$A = 0.0281\text{m}^2 * 4 = 0.1124\text{m}^2$$

*entonces*

$$\tau_{max} = \frac{271.4}{0.1124} = 2467.27$$

*Factor de seguridad*

$$\eta = \frac{\tau_{max}}{S_y}$$

*sy del perno grado 8*

Diseño de elementos de máquinas Tabla acero para sujetadores (Mott, 2006)

$$\eta = \frac{2467.27}{1033.5} = 2.38$$

Se afirma, que con dichos resultados la utilización de pernos 7/16 NG de grado 8, para la sujeción de la junta eje bocín, en el sistema modificado de transmisión independiente,

tiene la suficiente capacidad de soportar el momento torsor, generado por la potencia del motor.

#### **4.5. Adaptación de frenos de disco a las cuatro ruedas**

La adaptación de frenos de disco para las cuatro ruedas, es por la implementación de una bomba simple de doble pistón tipo tándem con un circuito primario para discos de freno delanteros y un circuito secundario para los discos posteriores.

Para la implementación y adaptación del sistema de frenos de disco para las ruedas posteriores, se utilizó otro conjunto manzana disco del Toyota Land Cruiser, para poder reutilizar los semiejes posteriores originales del sistema de transmisión.

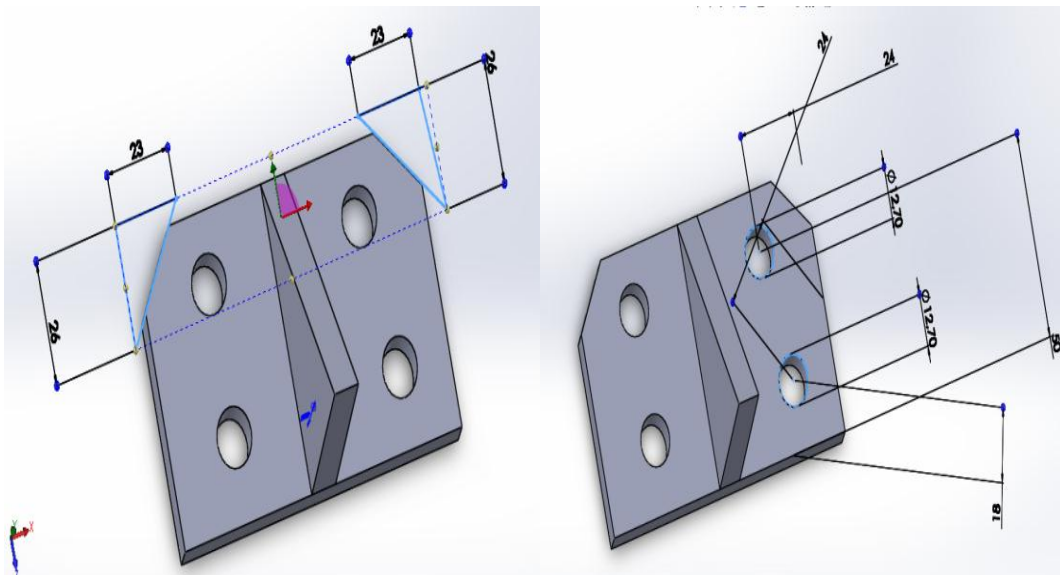


**Figura 36. Conjunto manzana disco Toyota Land Cruiser.**

**Sustitución de las cañerías de freno.** Tratándose de un modelo modificado del vehículo Toyota Land Cruiser FJ40 del 80, a un vehículo tipo arenero, con sistemas de suspensión y transmisión independiente, además con sistema de discos de frenos a las cuatro ruedas, sufrió un cambio de ubicación estructural de las cañerías que obligó a reemplazar las cañerías traseras por cañerías de acero de menor longitud, además la utilización de un líquido de frenos de calidad tipo DOT 4 (tiene un punto de ebullición de 255°C el cual se debe utilizar para sistemas de freno de disco/tambor o disco/disco sin ABS) y una bomba de tipo doble pistón tándem.

**Bases de sujeción.** Para la parte trasera del conjunto de freno de disco, la manera de fijar este componente se elaboró bases tanto para la parte superior como inferior, unida mediante suelda eléctrica con material de aporte 7018, a las planchas del sistema de suspensión.

A estas bases se les realizó cuatro perforaciones debido a que sujetaran a la manzana del disco con pernos de diámetro 12.7mm.



**Figura 37. Acotación de bases de sujeción disco de freno posterior.**

#### 4.6. Montaje y Reglaje

A continuación se detalla paso a paso las etapas y procesos a seguir para el montaje del nuevo sistema de transmisión, tomando en cuenta los parámetros de seguridad con el propósito de minimizar riesgos y desgaste de los mecanismos y elementos anteriormente mencionados.

Limpiar todas las partes antes del montaje del nuevo sistema, con el fin de proporcionar una lubricación inicial eficaz, aplicar una capa delgada de lubricante a todas las partes antes de su instalación.

Armar el conjunto diferencial, las tuercas de ajuste del cojinete lateral e instalar los sombreretes del cojinete lateral alineado, apriete los pernos en caso de haber desarmado el nuevo sistema, caso contrario se monta todo el conjunto.



**Figura 38. Armado y montaje del conjunto diferencial.**

Colocar respectivamente en el conjunto diferencial delantero y trasero, el retenedor de aceite del piñón cónico e instalar cuidadosamente en la carcasa del diferencial, ya que dicho elemento puede ser dañado con mucha facilidad. Instalar el borde de la junta universal y apriete la tuerca a un par determinado.



**Figura 39. Cambio de retenedor de aceite conjunto diferencial.**

Una vez montado el conjunto diferencial, montar el árbol de transmisión que une el diferencial a la caja de cambios y ajuste las juntas universales con un apriete determinado.





**Figura 40. Árbol cardan Toyota Land Cruiser**

Colocar los semi-ejes con estriado de 200mm de longitud. En la parte trasera, poner las medias lunas de seguridad para evitar un juego excesivo longitudinal del eje y colocar los rodamientos y tapa del diferencial y a la vez los retenedores laterales de aceite del conjunto diferencial.

Para las ruedas, en la parte delantera colocar la punta del eje homocinético, engrasando la bola o triceta, posteriormente montar las manzanas de los discos de freno y proceder al ajuste de todos los componentes.





**Figura 41. Engrasado de la punta homocinética Toyota Land Cruiser.**

En las ruedas traseras, fijar la manzana de los discos de freno en la base diseñada, que se aloja en la plancha de la suspensión y colocar el semieje trasero. Para el ajuste, se debe tomar en cuenta los aprietes determinados con el fin de centrar exactamente el eje para evitar vibraciones en el sistema.



**Figura 42. Conjunto manzana disco de freno.**

Colocar los rodamientos en los ejes de salida a las llantas para evitar oscilación y desgaste y verificar el correcto montaje del sistema.

Proceder al montaje del conjunto cardán con brida e incorporar los semiejes a los bocines y fijar mediante la utilización de prisioneros 7/16 NG.



**Figura 43. Montaje árbol cardan con brida.**

Proceder al llenado de aceite con un tipo SAE 90 y verificar fugas y a la vez los montajes con todos sus componentes adicionales los cuales permite la firmeza al instante del funcionamiento.



**Figura 44. Inspección del sistema de transmisión independiente modificado.**

Proceder al montaje de la mordaza, colocando sus respectivos pernos de sujeción y enseguida proceder a comprimir los pistones utilizando herramienta adecuada, para luego colocar las pastillas de freno en la mordaza.



**Figura 45. Montaje de discos de frenos.**



Una vez culminado la estructuración del sistema de frenos, se procede a la purga del sistema, iniciando desde el conjunto pedal-bomba y de esta manera expulsar así el aire contenido por los mecanismos de purga, mediante este proceso llegar a un frenado óptimo para las cuatro ruedas.

Colocar los candados de las ruedas delanteras con la herramienta adecuada y a la vez realizar una perfecta lubricación del mecanismo.



**Figura 46. Colocación de candados manuales.**

Proceder a la comprobación del nuevo sistema en función de la suspensión y carrocería ya modificadas, y verificar la reducción del peso total del vehículo.



**Figura 47. Vehículo Toyota arenero modificado.**

## Capítulo V

### 5. Conclusiones y Recomendaciones

#### 5.1. Conclusiones

Para diseñar el sistema de transmisión independiente para el vehículo arenero a partir del Toyota FJ40, fue necesario utilizar la transmisión de cardan con brida para que resista un torque de 2052.3Nm transmitido a las ruedas, para lo cual se utilizó el mismo conjunto diferencial y se redimensionaron los mismos ejes.

Con la implementación del nuevo sistema de transmisión independiente con juntas cardan, la distancia original de los semi ejes del Toyota FJ 40 de 1710 mm aumentó para la parte delantera 200 mm su longitud y en su parte trasera tuvo un aumento de, 50 mm en cada lado, debido a las dimensiones del sistema de suspensión.

Para el sistema de frenos de disco para las cuatro ruedas, se tuvo que elaborar una base de 105 mm de largo y 90 mm de ancho para el eje de salida de las ruedas traseras, con seis perforaciones para que sea fijada en la parte que se aloja el cubo de la rueda, y un nuevo sistema de cañerías.

Se realizó los cálculos del factores de seguridad para el nuevo sistema de transmisión independiente obteniendo un valor de 2.38 y se comprobó a través de pruebas en caminos de difícil acceso para verificar el correcto funcionamiento del nuevo sistema, obteniendo con éxito los resultados esperados.

## 5.2. Recomendaciones

Verificar que las crucetas, bocines, sueldas de unión de los mecanismos diseñados y el apriete de pernos que fijan el conjunto brida cardan bocín no presenten daños o anomalías, después de cada recorrido o trabajo realizado

Sería recomendable verificar y/o cambiar el aceite hidráulico a un tipo de menor densidad y con aditivos para evitar el ruido en el mecanismo, debido a que se ejerce una mayor presión al girar la dirección por el nuevo tipo de neumáticos empleados y a la vez revisar el nivel de líquido con frecuencia.

Se recomienda efectuar una investigación sobre otra alternativa de sistema de transmisión independiente, la cual consiste en acoplar un conjunto diferencial con sus respectivos semiejes, para poder relacionar entre sí los factores de seguridad.

Se recomienda que al vehículo Toyota tipo arenero, que con el fin de mejorar el frenado se implemente una válvula reguladora de presión, para cada circuito y utilizar siempre el líquido tipo DOT 4 con el fin de evitar averías en los retenes, que corresponde para este sistema.

Se recomienda realizar la repotenciación del motor y una investigación dirigida a la adaptación de un sistema de inyección.

Se recomienda realizar un cambio periódico de los prisioneros que fijan el acople del elemento eje bocín.

## Bibliografía

- ABEL, M. (15 de 09 de 2010). *MECATRONICA AUTOMOTRIZ*. Recuperado el 04 de 2013, de sistema de transmisión de fuerzas:  
<http://mektronikar.blogspot.com/2010/09/sistema-de-transmision-de-fuerza.html>
- Barbadillo, F. (2014). *TECNOMOVIL*. Obtenido de TECNOMIVIL:  
<http://www.tecnomovil.com/Cursos-formacion/SUV/Vehiculos-SUV.htm>
- Bosch, R. (2005). *Manual de la técnica del automóvil*. Alemania: Robert Bosch GmbH COD: 629.287/.B67/ Man.
- Celis, E. (2013). *automecanico.com*. Obtenido de automecanico.com:  
<http://automecanico.com/auto2005/glosarioe.html>
- celis, E. (2014). *automecanico.com*. Obtenido de automecanico.com:  
<http://automecanico.com/auto2003/transma2.html>
- Cultural, c. (2012). *Manual paractico del automovil*. Madrid, España: Cultural COD: 629.287.G55Man.
- Galbarro, H. R. (10 de 2014). *ingemecánica*. Obtenido de ingemecánica:  
<http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn74.html>
- meganeboy, D. (2014). *Aficionados a la Mecánica*. Obtenido de Aficionados a la Mecánica:  
<http://www.aficionadosalamecanica.net/diferencial-autoblocante.htm>
- meganeboy, D. (2014). *Aficionados a la Mecánica*. Obtenido de  
<http://www.aficionadosalamecanica.net/frenos-5.htm>
- Meganeboy, D. (14 de 05 de 2014). *Aficionados a la Mecánica*. Obtenido de Aficionados a la Mecánica: <http://www.aficionadosalamecanica.net/transmisiones.htm>
- Meganeboy, D. (2014). *Aficionados a la Mecánica*. Obtenido de Aficionados a la Mecánica:  
<http://www.aficionadosalamecanica.net/frenos-2.htm>
- Molí, F. (2011). *trasmil*. Obtenido de trasmil: [www.tecnopower.es](http://www.tecnopower.es)
- Mott, R. L. (2006). *Diseño de elementos de máquinas*. México: Pearson Educación COD: 621/.M68/Dis.
- PICABEA A, O. J. (2010). *Mantenimiento Mecánico Preventivo del Vehículo, 2010, Arán Ediciones, S.L.* Arán Ediciones, S.L.



Reviews, H. (2012). *e-auto.com.mx*. Obtenido de <http://e-auto.com.mx/enuw/index.php/noticias-de-la-industria-automotriz/85-boletines-tecnicos/3504-frenos-de-tambor>

Robertt, M. (2009). *Resistencia de Materiales*.

Scribd. (23 de 11 de 2009). TRANSMISION DE MOVIMIENTO A LAS RUEDAS:  
<http://es.scribd.com/doc/22915253/TRANSMISION-DE-MOVIMIENTOS-A-LAS-RUEDAS>

## Anexos

### 1. Socialización

Demostración de trabajo práctico a los estudiantes de 8vo semestre de la carrera de ing. Mantenimiento Automotriz en los exteriores del taller IMA.



UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE

Socialización del Vehículo Arenero Previo a la Obtención del Título de:

INGENIERO EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ

Nombre y Apellidos	Cedula de Identidad	Firma
José Cisneros	040121790-6	
Heber Haro	1003323712	
Samuel Silva	1004283519	
Víctor Cevallos	100345316-9	
Fernando Tulcán	040183911-3	
MARCOS RIVERA	100354618-4	
Edwin López	10036918420	
John Vallojo	1003510809	
MARCO OCTAVIO	100364762-3	
Milton Ayala	040168048-3	
Santiago Chacón	040172646-8	
ALEX ASALAMA	040181533-7	
Diego Ayala Yandín	040124741-6	
Cristian Quiroz	040156554-4	
Cristóbal Soto	040153342-7	
BENJAMIN GUERRERO	100241943-8	
Hugo Tulcán	040177131-6	
Carlos Puebla	040132261-5	
Cristhian Godoy	040131115-4	
Robinson Ayala	100354489-5	
Andrés Moreno	100323317-6	
Jefferson Enriquez	100365396-9	
Jefferson Portillo	100349595-7	
Andrés Ariévalo	100352440-0	
César Morales	10035101-1	
Ismael Narváez	100356591-6	
Margel López	100378673-3	



## 2. Fotografías de Trabajo

Limpieza Carcasa Diferencial.



Corte puentes rígidos carcasa diferencial



Elementos previos al armado del sistema de transmision independiente





## Armado y montaje conjunto diferencial



Mecanismos sistema de transmisión independiente delantero.



Mecanismo sistema de transmisión independiente posterior



### **3. Ensamblés en Solid Works conjuntos independientes**





2. AUTORIZACIÓN DE USO DE LA UNIVERSIDAD

**BIBLIOTECA UNIVERSITARIA  
AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN  
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA**

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA IDENTIDAD:	DE	100386392-3	
APELLIDOS NOMBRES:	Y	GUANOLUISA VALVERDE MARCO VINICIO	
DIRECCIÓN:	BARTOLOMÉ GARCÍA 4-59 TEODORO GOMEZ T		
EMAIL:	<a href="mailto:marc_guano@hotmail.com">marc_guano@hotmail.com</a>		
TELÉFONO FIJO:		TELÉFONO MÓVIL:	0997268134

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	SISTEMA DE TRANSMISIÓN INDEPENDIENTE, A LAS CUATRO RUEDAS DEL TOYOTA LAND CRUISER.
AUTOR (ES):	GUANOLUISA VALVERDE MARCO VINICIO
FECHA: AAAAMMDD	2015-03-11
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero en Mantenimiento Automotriz
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Luis Tejada

## 2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

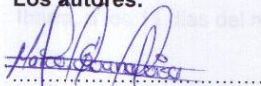
Yo, Guanoluisa Valverde Marco Vinicio, con cédula de identidad Nro. 100386392-3, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

## 3. CONSTANCIAS

Los autores manifiestan que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es el titular del derecho patrimonial, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 11 días del mes de Marzo del 2015

Los autores:



Guanoluisa Valverde Marco Vinicio

Guanoluisa Valverde Marco Vinicio  
C.I.: 100386392-3





**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO**  
**A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**4 - IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA**

Yo, Guanoluisa Valverde Marco Vinicio, con cédula de identidad Nro. 100386392-3, manifestamos nuestra voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor (es) de la obra o trabajo de grado denominado: "SISTEMA DE TRANSMISIÓN INDEPENDIENTE, A LAS CUATRO RUEDAS DEL TOYOTA LAND CRUISER" que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero en Mantenimiento Automotriz. En nuestra condición de autor nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, a los 11 días del mes de Marzo del 2015

**Los autores:**

Guanoluisa Valverde Marco Vinicio  
C.I.: 100386392-3

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	SISTEMA DE TRANSMISIÓN INDEPENDIENTE, A LAS CUATRO RUEDAS DEL TOYOTA LAND CRUISER.
AUTOR (ES):	RUEDA GUERRERO FRANKLIN EDUARDO
FECHA, AAAA/MM/DD	2015-03-11
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero en Mantenimiento Automotriz
ASESOR/DIRECTOR:	Ing. Luis Tejeda



**BIBLIOTECA UNIVERSITARIA  
AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN  
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**4. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA**

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA IDENTIDAD:	DE	040180054-5	
APELLIDOS NOMBRES:	Y	RUEDA GUERRERO FRANKLIN EDUARDO	
DIRECCIÓN:	LOS ANDES - BOLIVAR /CARCHI JUAN MUMIAR Y CORSINOR		
EMAIL:	<a href="mailto:franuedag@hotmail.com">franuedag@hotmail.com</a>		
TELÉFONO FIJO:		TELÉFONO MÓVIL:	0986605484

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	SISTEMA DE TRANSMISIÓN INDEPENDIENTE, A LAS CUATRO RUEDAS DEL TOYOTA LAND CRUISER.
AUTOR (ES):	RUEDA GUERRERO FRANKLIN EDUARDO
FECHA: AAAAMMDD	2015-03-11
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero en Mantenimiento Automotriz
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Luis Tejada



## 5. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Rueda Guerrero Franklin Eduardo, con cédula de identidad Nro. 040180054-5, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

## 6. CONSTANCIAS

Los autores manifiestan que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es el titular del derecho patrimonial, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 11 días del mes de Marzo del 2015

### Los autores:



Rueda Guerrero Franklin Eduardo

Rueda Guerrero Franklin Eduardo  
C.I. 040180054-5



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO  
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

Yo, Rueda Guerrero Franklin Eduardo, con cédula de identidad Nro. 040180054-5, manifestamos nuestra voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor (es) de la obra o trabajo de grado denominado: "SISTEMA DE TRANSMISIÓN INDEPENDIENTE, A LAS CUATRO RUEDAS DEL TOYOTA LAND CRUISER" que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero en Mantenimiento Automotriz. En nuestra condición de autor nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, a los 11 días del mes de Marzo del 2015

**Los autores:**

Rueda Guerrero Franklin Eduardo  
C.I.: 040180054-5