



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y
MECÁNICA**

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO AUTOMOTRIZ**

**TEMA: “ANÁLISIS, SELECCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA
MOTRIZ Y ELÉCTRICO PARA EL VEHÍCULO JEEP MODELO WILLYS
DEL AÑO 1952”**

**AUTORES: CEDEÑO MARÍN, ROGER ANDRÉS
VARGAS ROMERO, STEVEN AUGUSTO**

DIRECTOR: ING. MENA NAVARRETE, LUIS ANTONIO Msc

LATACUNGA

2019



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, **“ANÁLISIS, SELECCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA MOTRIZ Y ELÉCTRICO PARA EL VEHÍCULO JEEP MODELO WILLYS DEL AÑO 1952”** fue realizado por los señores Cedeño Marín, Roger Andrés y Vargas Romero, Steven Augusto, el mismo que ha sido revisado en su totalidad, analizado por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 19 de noviembre del 2019

Mena Navarrete, Luis Antonio

C.C.:180161864-4



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, Cedeño Marín, Roger Andrés y Vargas Romero, Steven Augusto, declaramos que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación **“ANÁLISIS, SELECCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA MOTRIZ Y ELÉCTRICO PARA EL VEHÍCULO JEEP MODELO WILLYS DEL AÑO 1952”** es de nuestra autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Consecuentemente el contenido de la investigación mencionada es veraz.

Latacunga, 19 de noviembre del 2019

A handwritten signature in blue ink, reading 'Roger Cedeño Marín', is shown on a light blue background.

Cedeño Marín, Roger Andrés

C.C.: 172330639-3

A handwritten signature in blue ink, reading 'Steven Augusto Vargas Romero', is shown on a light blue background.

Vargas Romero, Steven Augusto

C.C.: 172276552-4



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

AUTORIZACIÓN

Nosotros, Cedeño Marín, Roger Andrés con cédula de ciudadanía 172330639-3 y Vargas Romero, Steven Augusto con cédula de ciudadanía 172276552-4, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación **“ANÁLISIS, SELECCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA MOTRIZ Y ELÉCTRICO PARA EL VEHÍCULO JEEP MODELO WILLYS DEL AÑO 1952”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra responsabilidad.

Latacunga, 19 de noviembre del 2019

Cedeño Marín, Roger Andrés

C.C.: 172330639-3

Vargas Romero, Steven Augusto

C.C.: 172276552-4

DEDICATORIA

La presente investigación, es un reflejo de los arduos esfuerzos durante la etapa universitaria, donde mostramos nuestros conocimientos y aplicaciones a la vida diaria, dedico dicho esfuerzo a:

Al padre celestial, que, gracias a la sabiduría, y las buenas prácticas, día a día, iluminan mi vida, guían mi camino hacia la superación y a la excelencia en todo aspecto de ella, y como hoy, un objetivo más de la hermosa vida.

A mis padres, Roger y Silvia, por ser el pilar fundamental de mi vida, con su ejemplo y superación a lo largo de la misma, han sabido forjar un hijo de excelencia en cada año de vida compartido.

A mi hermana Vanessa, que ha sido mi segunda madre, mi ejemplo a seguir, sus consejos y ayuda, los guardaré y aplicaré, siempre todos ellos, no habrá palabras por todo lo agradecido que estoy. A mis hermanos Mauricio y Lizethe, por ser parte de la razón más importante en mi vida, mi familia, por estar en todo mi proceso de formación, aventuras y felicidad en estos años.

A mi amada Karina, por ser el apoyo, impulsarme a crecer como persona, alentarme a ser la mejor versión de mí y ser la sonrisa extra de mi día a día.

A mis amigos, que hicieron de la vida universitaria una experiencia única e inolvidable, que se recordará por siempre, como una de las mejores etapas vividas.

ROGER ANDRES CEDEÑO MARIN

DEDICATORIA

El presente trabajo investigativo está dedicado a:

A Dios por darme la vida, la salud y sobre todo por darme a mis padres Augusto y Viviana, quienes me han apoyado en todo momento de mi vida, se han preocupado siempre por mi bienestar , por tenerme paciencia , por todo el esfuerzo que han hecho para darme todo lo que he necesitado y mucho más, por el amor de padres que me ha permitido tener fuerzas para poder salir adelante en las decisiones que he tomado, lo cual me ha permitido llegar a cumplir un sueño más y convertirme en lo que soy, por inculcar en mí la fe en Dios lo cual me ha ayudado a superar todos los obstáculos que se me han presentado en el camino, por los valores humanitarios y el buen corazón que hacen que la vida sea más bonita. Ha sido un orgullo y privilegio ser su hijo, son los mejores padres.

A toda mi familia porque con sus consejos y palabras de aliento hicieron en mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

Finalmente quiero dedicar esta tesis a todos mis amigos y amigas, por el apoyo y brindado a lo largo de esta etapa, por extenderme su mano cuando más lo necesite.

STEVEN AUGUSTO VARGAS ROMERO

AGRADECIMIENTO

Sin duda, no hay palabras para agradecer a tantas personas que aportaron a este logro en mi vida, faltarán páginas para ello, pero estaré agradecido eternamente por su granito de arena en este objetivo.

A Dios, por guiar mi camino del bien, a ser una persona de excelencia en todos los aspectos de la vida.

A mis padres Roger, Silvia, sin ustedes no sería el hombre de ejemplo que ahora me convertí, a mis hermanos, Vanessa, Mauricio y Lizethe, por ser, además, mis amigos, mi ejemplo a seguir, y mejores compañeros en mi proceso de vida, los amo.

A mis queridos amigos, compañeros, que hicieron que cada traspase, cada examen, cada día de clases, sea ameno y divertido, que convirtieron la vida universitaria en esas anécdotas que solo se viven una vez.

A la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, extensión Latacunga, a todas las personas que la conforman y sobre todo a la carrera de Ingeniería Automotriz y sus docentes, ya que sin ellos el conocimiento, la práctica adquirida y la experiencia no sería parte de nuestro léxico hoy en día.

ROGER ANDRES CEDEÑO MARIN

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por estar a mi lado en los peores momentos y ser el amigo que nunca falla, a mis padres Augusto y Viviana, por ser los principales promotores de mi sueño, por confiar y creer en mí, por los consejos, valores y principios que me han inculcado, debo hacer un agradecimiento muy especial a mi padre que ha sido quien me influyo para poder tener el gusto en el área de la mecánica, por apoyarme a seguir esta maravillosa profesión, y por ser un pilar fundamental en el desarrollo de esta tesis , ya que sin su vasto conocimiento y experiencia no habría sido posible la realización de la misma, gracias papá .

A toda mi familia por estar siempre presentes.

También quiero agradecer a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE extensión Latacunga, por haber forjado los principios y valores de un buen profesional a lo largo de la preparación de nuestra profesión, de manera especial, al Ing. Luis Mena tutor de nuestro proyecto de investigación.

A todos mis amigos y amigas, que me ayudaron de una manera desinteresada, gracias infinitas por toda su ayuda y buena voluntad.

STEVEN AUGUSTO VARGAS ROMERO

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA

| | |
|----------------------------------|-------|
| CERTIFICACIÓN | i |
| AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD | ii |
| AUTORIZACIÓN | iii |
| DEDICATORIA..... | iv |
| DEDICATORIA..... | v |
| AGRADECIMIENTO..... | vi |
| AGRADECIMIENTO..... | vii |
| ÍNDICE DE CONTENIDOS..... | viii |
| ÍNDICE DE FIGURAS | xvi |
| ÍNDICE DE TABLAS | xxi |
| RESUMEN..... | xxii |
| ABSTRACT | xxiii |

CAPÍTULO I

MARCO METODOLÓGICO, DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

| | |
|--|---|
| 1.1. Antecedentes investigativos | 1 |
| 1.2. Planteamiento del problema | 2 |
| 1.3 Descripción resumida del proyecto..... | 3 |

| | | |
|-------|--------------------------------------|---|
| 1.4 | Justificación e importancia..... | 5 |
| 1.5 | Objetivos..... | 6 |
| 1.5.1 | Objetivo general..... | 6 |
| 1.5.2 | Objetivos específicos..... | 6 |
| 1.6 | Metas..... | 7 |
| 1.7 | Hipótesis..... | 7 |
| 1.8 | Variables de investigación | 7 |
| 1.8.1 | Variable independiente..... | 7 |
| 1.8.2 | Variable dependiente..... | 7 |
| 1.9 | Metodología de la investigación..... | 8 |

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

| | | |
|-------|---|----|
| 2.1 | Historia del vehículo Jeep Willys | 10 |
| 2.2 | Tren de potencia..... | 12 |
| 2.2.1 | Motor | 12 |
| 2.2.2 | Motor de explosión alternativo de cuatro tiempos..... | 14 |
| 2.3 | Transmisión..... | 16 |
| 2.3.1 | La caja de cambios..... | 16 |
| a) | Caja de cambios manuales | 16 |

| | | |
|-------|---|----|
| b) | Caja de cambios automáticas..... | 17 |
| 2.3.2 | Caja de transferencia..... | 18 |
| 2.4 | Partes de un motor de combustión interna..... | 19 |
| 2.4.1 | Cabeza de cilindros | 19 |
| 2.4.2 | Bloque de motor | 20 |
| 2.4.3 | Tren alternativo..... | 21 |
| a) | Pistón | 22 |
| b) | Biela | 23 |
| c) | Cigüeñal | 24 |
| 2.4.4 | Distribución..... | 25 |
| a) | Válvulas..... | 25 |
| b) | Taqués | 26 |
| c) | Barra de levas..... | 28 |
| 2.5 | Sistemas del Motor..... | 29 |
| 2.5.1 | Sistema de Lubricación: | 29 |
| 2.5.2 | Sistema de Refrigeración: | 30 |
| 2.5.3 | Sistema de Alimentación de Combustible. | 31 |
| 2.5.4 | Sistema de Distribución..... | 32 |
| 2.5.5 | Sistema de Encendido:..... | 32 |
| 2.6 | Fundamentos del motor de cuatro tiempos..... | 33 |

| | | |
|-------|--|----|
| 2.6.1 | Tiempo de Admisión..... | 34 |
| 2.6.2 | Tiempo de Compresión. | 35 |
| 2.6.3 | Tiempo de Explosión o Expansión..... | 36 |
| 2.6.4 | Tiempo de Escape..... | 36 |
| 2.7 | Características de los motores de combustión interna. | 37 |
| 2.7.1 | Cilindrada | 37 |
| 2.7.2 | Relación de Compresión | 38 |
| 2.7.3 | La velocidad de rotación del motor | 39 |
| 2.7.4 | La velocidad del émbolo | 40 |
| 2.7.5 | La relación carrera/diámetro | 41 |
| 2.7.6 | Potencia..... | 41 |
| 2.7.7 | Torque | 42 |
| 2.7.8 | Consumo | 42 |
| 2.8 | Sistema eléctrico | 43 |
| 2.8.1 | Importancia de los faros en el sistema de alumbrado..... | 43 |
| 2.8.2 | Clasificación de las luces de alumbrado | 44 |
| 2.8.3 | Luces de alumbrado y antiniebla | 44 |
| 2.8.4 | Luces de maniobra | 44 |
| 2.8.5 | Luces especiales | 45 |
| 2.8.6 | Luces interiores | 45 |

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO: SELECCIÓN Y CÁLCULOS DEL SISTEMA MOTRIZ

| | | |
|-------|---|----|
| 3.1 | Selección del tren de potencia..... | 46 |
| 3.1.1 | Motor | 46 |
| 3.1.2 | Caja de cambios..... | 48 |
| 3.1.3 | Caja de transferencia..... | 49 |
| 3.1.4 | Diferenciales..... | 50 |
| 3.2 | Análisis de la caja de transferencia. | 51 |
| 3.3 | Cálculos de velocidad del vehículo..... | 53 |
| 3.3.1 | Sistema motriz original | 53 |
| a) | 1era velocidad | 54 |
| b) | 1era velocidad, caja de transferencia high..... | 55 |
| c) | 1era velocidad, caja de transferencia low | 56 |
| d) | 2da velocidad..... | 57 |
| e) | 2da velocidad, caja de transferencia high | 57 |
| f) | 2da velocidad, caja de transferencia low | 58 |
| g) | 3era velocidad..... | 59 |
| h) | Reversa..... | 59 |
| i) | Reversa, caja de transferencia high..... | 60 |
| j) | Reversa, caja de transferencia low | 61 |

| | | |
|-------|--|----|
| 3.3.2 | Nuevo sistema motriz | 62 |
| a) | 1era velocidad..... | 62 |
| b) | 1era velocidad, caja de transferencia high | 63 |
| c) | 1era velocidad, caja de transferencia low | 64 |
| d) | 2da velocidad | 65 |
| e) | 2da velocidad, caja de transferencia high | 65 |
| f) | 2da velocidad, caja de transferencia low | 66 |
| g) | 3era velocidad..... | 67 |
| h) | 4ta velocidad | 68 |
| i) | Reversa..... | 68 |
| j) | Reversa, caja de transferencia high..... | 69 |
| k) | Reversa, caja de transferencia low | 70 |
| 3.4 | Cálculos de torque del vehículo..... | 71 |
| 3.4.1 | Sistema motriz original | 71 |
| a) | 1era velocidad | 71 |
| b) | 2da velocidad | 71 |
| c) | 3era velocidad | 71 |
| d) | Reversa | 72 |
| 3.4.2 | Nuevo sistema motriz | 72 |
| a) | 1era velocidad | 72 |

| | | |
|----|----------------------|----|
| b) | 2da velocidad | 72 |
| c) | 3era velocidad | 73 |
| d) | 4ta velocidad | 73 |
| e) | Reversa | 73 |

CAPÍTULO IV

IMPLEMENTACIÓN, PRUEBAS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

| | | |
|-------|---|----|
| 4.1 | Implementación del sistema motriz..... | 74 |
| 4.1.1 | Preparación del chasis | 74 |
| 4.1.2 | Implementación de la suspensión y los diferenciales. | 77 |
| 4.1.3 | Colocación del motor en el chasis | 80 |
| 4.1.4 | Colocación del conjunto motor, caja de cambios y caja de transferencia..... | 81 |
| 4.2 | Adaptación de sistemas auxiliares..... | 86 |
| 4.2.1 | Adaptación de sujeciones para el radiador | 86 |
| 4.2.2 | Dirección..... | 88 |
| 4.2.3 | Frenos | 90 |
| a) | Cañerías..... | 92 |
| b) | Servofreno..... | 93 |
| 4.2.4 | Otros..... | 94 |
| a) | Bomba de accionamiento de embrague | 94 |

| | | |
|-----|--|-----|
| b) | Pedales | 94 |
| 4.3 | Implementación del sistema eléctrico | 95 |
| 4.4 | Carrocería y pintura | 101 |
| 4.5 | Prueba de consumo de combustible..... | 106 |
| 4.6 | Análisis de resultados obtenidos | 108 |

CAPÍTULO V

MARCO ADMINISTRATIVO

| | | |
|-------|---|-----|
| 5.1 | Recursos | 112 |
| 5.1.1 | Recursos humanos..... | 112 |
| 5.1.2 | Recursos tecnológicos..... | 112 |
| 5.1.3 | Recursos materiales | 113 |
| 5.2 | Análisis de costos de la investigación..... | 113 |
| 5.2.1 | Costos de la construcción del Jeep Willys 1952..... | 114 |
| 5.2.2 | Costos de las pruebas | 115 |
| 5.2.3 | Costo total de la investigación | 115 |
| | CONCLUSIONES | 117 |
| | RECOMENDACIONES | 119 |
| | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 120 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Árbol de problemas..... | 3 |
| Figura 2. Modelo militar Jeep..... | 10 |
| Figura 3. Jeep Willys CJ2A de 1945..... | 11 |
| Figura 4. Motor Jeep Willys modelo 1952..... | 12 |
| Figura 5. Transmisión manual | 17 |
| Figura 6. Transmisión automática..... | 18 |
| Figura 7. Caja de Transferencia | 19 |
| Figura 8. Cabeza de cilindros | 20 |
| Figura 9. Bloque motor | 21 |
| Figura 10. Tren alternativo..... | 22 |
| Figura 11. Guías de válvula | 26 |
| Figura 12. Taqués hidráulicos..... | 27 |
| Figura 13. Árbol de levas | 28 |
| Figura 14. Sistema de lubricación..... | 30 |
| Figura 15. Sistema de refrigeración | 31 |
| Figura 16. Sistema de alimentación de combustible..... | 31 |
| Figura 17. Sistema de distribución OHV | 32 |
| Figura 18. Sistema de encendido electrónico con distribuidor..... | 33 |
| Figura 19. Tiempo de Admisión | 35 |
| Figura 20. Tiempo de Compresión | 35 |
| Figura 21. Tiempo de Expansión | 36 |
| Figura 22. Tiempo de Escape..... | 37 |

| | |
|--|----|
| Figura 23. Motor Toyota 5R | 47 |
| Figura 24. Caja de transferencia original Willys 1952 | 49 |
| Figura 25. Diferencial trasero original Willys 1952 | 50 |
| Figura 26. Diferencial delantero original Willys 1952 | 51 |
| Figura 27. Fabricación del acople Caja de cambios-caja de transferencia | 52 |
| Figura 28. Fabricación de acople montado en torno | 52 |
| Figura 29. Acople montado en la caja de cambios | 53 |
| Figura 30. Acople montado entre el transfer y la caja de cambios | 53 |
| Figura 31. Limpieza del chasis | 74 |
| Figura 32. Pulida a fondo y limpieza del óxido | 75 |
| Figura 33. Aplicación del fondo | 75 |
| Figura 34. Aplicación de pintura | 76 |
| Figura 35. Chasis correctamente preparado | 76 |
| Figura 36. Limpieza de las hojas del paquete de ballestas | 77 |
| Figura 37. Paquete de ballestas restaurado | 77 |
| Figura 38. Colocación de bujes y ballestas al chasis | 78 |
| Figura 39. Chasis con el paquete de ballestas y diferencial colocado | 78 |
| Figura 40. Diferencial delantero unido a la suspensión | 79 |
| Figura 41. Diferencial trasero unido a la suspensión | 79 |
| Figura 42. Conjunto terminado con los componentes mencionados anteriormente | 79 |
| Figura 43. Neumático utilizado 235/75 R15 | 80 |
| Figura 44. Adaptación de las bases del motor en el chasis | 80 |
| Figura 45. Asentando el motor en las nuevas bases | 81 |
| Figura 46. Motor instalado en el chasis | 81 |

| | |
|--|----|
| Figura 47. Placa adaptadora montada en la caja de cambios | 82 |
| Figura 48. Placa adaptadora colocada entre la caja de cambios y transferencia | 82 |
| Figura 49. Conjunto caja de cambios y transferencia armado | 83 |
| Figura 50. Motor, caja de cambios y caja de transferencia unidos | 83 |
| Figura 51. Base para la caja de transferencia | 84 |
| Figura 52. Motor, caja de cambios y caja de transferencia unidos al chasis | 84 |
| Figura 53. Cardán delantero | 85 |
| Figura 54. Cardán trasero | 85 |
| Figura 55. Sistema motriz implementado en el chasis | 86 |
| Figura 56. Todo el conjunto visto desde el frente | 86 |
| Figura 57. Base para el radiador | 87 |
| Figura 58. Segunda base para el radiador | 87 |
| Figura 59. Radiador instalado con sus bases | 88 |
| Figura 60. Instalación de la dirección | 88 |
| Figura 61. Dirección situada al frente y fijada al chasis | 89 |
| Figura 62. Instalación de la columna de dirección | 89 |
| Figura 63. Frenos de disco delanteros | 90 |
| Figura 64. Frenos provenientes del Vitara clásico | 90 |
| Figura 65. Frenos de tambor del Jeep original | 91 |
| Figura 66. Frenos, manzanas y neumáticos en conjunto | 91 |
| Figura 67. Tuberías de freno, alrededor del diferencial trasero | 92 |
| Figura 68. Colocación de tuberías del líquido de frenos | 92 |
| Figura 69. Instalación de tubería de freno finalizada, en un tambor posterior | 93 |
| Figura 70. Instalación del servofreno | 93 |

| | |
|--|-----|
| Figura 71. Instalación de la bomba del accionamiento del embrague | 94 |
| Figura 72. Adaptación e instalación de pedales de freno, acelerador y embrague..... | 95 |
| Figura 73. Luces direccionales instaladas en el Jeep Willys | 95 |
| Figura 74. Mando de luces direccionales y de estacionamiento | 96 |
| Figura 75. Instalación de los faros delanteros | 96 |
| Figura 76. Faros posteriores instalados en el Jeep Willys 1952 | 97 |
| Figura 77. Switch de encendido instalado en el salpicadero | 97 |
| Figura 78. Instalación de la caja de fusibles | 98 |
| Figura 79. Instalación del claxón | 98 |
| Figura 80. Instalación del relay | 99 |
| Figura 81. Alternador | 99 |
| Figura 82. Distribuidor reparado y cables de bujías nuevos | 100 |
| Figura 83. Bobina de encendido | 100 |
| Figura 84. Motor de arranque reconstruido e instalado | 101 |
| Figura 85. Planchas de tool | 101 |
| Figura 86. Máquina dobladora | 102 |
| Figura 87. Restauración de la cabina | 102 |
| Figura 88. Instalación de la cabina restaurada | 103 |
| Figura 89. Colocación de guardabarros..... | 103 |
| Figura 90. Colocación del capo y masilla en fallas | 104 |
| Figura 91. Restauración del salpicadero..... | 104 |
| Figura 92. Colocación del parabrisas y preparación para la pintura | 105 |
| Figura 93. Jeep Willys 1952 terminado..... | 105 |
| Figura 94. Prueba de consumo en el Jeep Willys original | 107 |

| | |
|--|-----|
| Figura 95. Prueba de consumo de combustible en el Willys 1952..... | 107 |
| Figura 96. Prueba de consumo con el sistema motriz Toyota 5R..... | 108 |
| Figura 97. Prueba de consumo de combustible con el nuevo sistema motriz | 108 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|-----|
| Tabla 1 <i>Datos del motor CJ-3A</i> | 46 |
| Tabla 2 <i>Datos del motor Toyota 5R</i> | 47 |
| Tabla 3 <i>Datos de la caja de cambios del Jeep Willys 1952</i> | 48 |
| Tabla 4 <i>Datos de la caja de cambios para el motor Toyota 5R</i> | 48 |
| Tabla 5 <i>Datos de la caja de transferencia del Jeep Willys 1952</i> | 50 |
| Tabla 6 <i>Especificaciones motor CJ-3A</i> | 53 |
| Tabla 7 <i>Relaciones de transmisión caja de cambios del Jeep Willys 1952</i> | 54 |
| Tabla 8 <i>Especificaciones del motor Toyota 5R</i> | 62 |
| Tabla 9 <i>Datos de la caja de cambios para el motor Toyota 5R</i> | 62 |
| Tabla 10 <i>Datos de consumo del motor CJ-3A</i> | 106 |
| Tabla 11 <i>Análisis de cálculos de velocidad</i> | 109 |
| Tabla 12 <i>Análisis de cálculos de torque</i> | 109 |
| Tabla 13 <i>Análisis de prueba de consumo de combustible</i> | 110 |
| Tabla 14 <i>Análisis de prueba de consumo de combustible en costos USD</i> | 111 |
| Tabla 15 <i>Colaboradores de la investigación</i> | 112 |
| Tabla 16 <i>Recursos tecnológicos</i> | 113 |
| Tabla 17 <i>Recursos Materiales</i> | 113 |
| Tabla 18 <i>Costo de la construcción del Jeep Willys</i> | 114 |
| Tabla 19 <i>Costo de la prueba realizada</i> | 115 |
| Tabla 20 <i>Costo total de la investigación</i> | 116 |

RESUMEN

El presente proyecto se basa en el análisis del sistema motriz y eléctrico para ser instalado en un vehículo todo terreno de clase Jeep, para esto vamos a considerar aspectos técnicos que debe cumplir el vehículo como potencia del motor, relaciones de transmisión para una optimización del nuevo vehículo, también el correcto funcionamiento del sistema eléctrico al interior y exterior. Para la selección del motor comparáramos los estándares y las características con el modelo original de Jeep, con esto obtuvimos los datos suficientes para poder elegir un motor acorde al desempeño que debe tener este vehículo. En el caso de la caja de cambios vamos a analizar las diferentes relaciones de transmisión y potencia que debe llegar a las ruedas posteriores y frontales del Willys, para ello tenemos que adaptar una caja de velocidades y de transferencia 4x4 al motor y al chasis del vehículo. Una vez implementado y adaptado el nuevo sistema motriz, procederemos a realizar pruebas de desempeño, en primera instancia cálculos de potencia y torque, consumo de combustible y costos; así como analizar los gases de escape para verificar si el vehículo puede transitar en ciudades. Finalizando se procederá a instalar la parte eléctrica, lo que corresponde a luminaria, en el habitáculo la parte de accesorios con el salpicadero, todo esto para cumplir con los estándares solicitados por la Agencia Nacional de Transito, para que el vehículo pueda ser matriculado y posteriormente pueda circular sin inconvenientes.

PALABRAS CLAVE:

- **AUTOMÓVILES – SISTEMA MOTRIZ**
- **AUTOMÓVILES – SISTEMA DE TRANSMISIÓN**
- **AUTOMÓVILES – SISTEMA ELÉCTRICO**

ABSTRACT

This project is based on the analysis of the electric and motor system to be installed in a Jeep class all-terrain vehicle, for this we will consider technical aspects that the vehicle must fulfill as engine power, transmission ratios for an optimization of the new vehicle, also the correct operation of the electrical system inside and outside. For the selection of the engine, we compared the problems and the characteristics with the original Jeep model, with this we obtained the necessary data to be able to choose an engine according to the performance that this vehicle should have. In the case of the gearbox we will analyze the different transmission and power ratios that must reach the rear and front wheels of the Willys, for this we have to adapt a gearbox and 4x4 transfer to the engine and the chassis of the vehicle. Once the new driving system is implemented and adapted, we proceed to perform tests of despair, in the first instance, calculations of power and torque, fuel consumption and costs; as well as analyze the exhaust gases to verify if the vehicle can travel in cities. At the end, the electrical part will be installed, which corresponds to the luminaire, in the passenger compartment the part of accessories with the dashboard, all this to meet the requirements requested by the National Transit Agency, so that the vehicle can be registered and later I can circulate without problems.

KEYWORDS:

- **AUTOMOTIVE – MOTOR SYSTEM**
- **AUTOMOTIVE – TRANSMISSION SYSTEM**
- **AUTOMOTIVE – ELECTRIC SYSTEM**

CAPÍTULO I

1. MARCO METODOLÓGICO, DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Antecedentes investigativos

A nivel mundial en los últimos años muchos constructores y preparadores de vehículos han optado por refaccionar, readecuar y optimizar los distintos sistemas motrices y auxiliares en vehículos clásicos, adaptando el mejor rendimiento y confiabilidad que brindan los avances en la industria automotriz de los automotores más modernos, como respuesta a la idea de muchos consumidores de conservar el diseño exterior que tanto caracteriza a dichos vehículos insignia en la industria.

Proveen cambios que brindan un mejor desempeño en los diferentes elementos del vehículo, utilizando motores más eficientes y materiales más adecuados de acuerdo a las necesidades y que resistan las condiciones climáticas, y de trabajo extremas.

Uno de los mayores desafíos en la industria automotriz es optimizar al máximo el rendimiento del vehículo y disminuir la contaminación ambiental, , mejorando su performance, disminuir el peso, incrementar la vida útil de sus componentes, incorporando elementos actualizados y utilizando herramientas de manufactura que permitan acelerar los procesos y lograr diseños más resistentes y confiables, optimizados de tal manera que el confort de manejo sea satisfactorio para el cliente, sin desaprovechar las buenas prestaciones que brinda el modelo original del vehículo.

En el caso del todoterreno, el sistema motriz se diseña con la finalidad de resistir los esfuerzos generados por las irregularidades del camino y para que la conducción sea

lo más cómoda posible. Mientras que en los vehículos de carga el diseño se enfoca a resistir el esfuerzo asociado a las cargas, ya que estos vehículos no alcanzan grandes velocidades.

La selección del sistema motriz y conexión eléctrica deben ser adaptadas de tal manera que resistan los esfuerzos determinados en base a las combinaciones de las condiciones a las que va a ser sometido el vehículo todo terreno.

En estas combinaciones existen varias posibilidades, para el motivo de análisis se tomará en cuenta la situación de operación más crítica por la cual atravesará el vehículo, puesto que si el sistema motriz y eléctrico soporta esta operación no tendrá problema de soportar las demás.

El tren motriz y sistema eléctrico analizados se encuentra unida al bastidor del vehículo a través de conexiones empernadas y acopladas, y no deberán presentar problemas de ubicación y espacio que incidan en el confort de los ocupantes del vehículo.

1.2. Planteamiento del problema

Los sistemas motrices originales de vehículos de siglo pasado, en su mayoría no eran óptimos para sacar el mayor desempeño de los vehículos, en nuestro proyecto, analizamos, seleccionamos e implementamos un nuevo sistema motriz para satisfacer la necesidad de prestaciones en un vehículo emblemático como lo es el Jeep Willis de 1952. La evolución de la industria automotriz nos obliga a que mejores los sistemas antiguos y los implementemos con más modernos, para ayudar a las prestaciones y obtener un mejor rendimiento de sistemas antiguos, pasados o caducos.

Los motores de combustión interna están constantemente ligados a leyes cada vez más exigentes para reducir las emisiones con lo cual surge la necesidad de investigar el óptimo funcionamiento de los sistemas motrices y de los parámetros que inciden en los mismos.

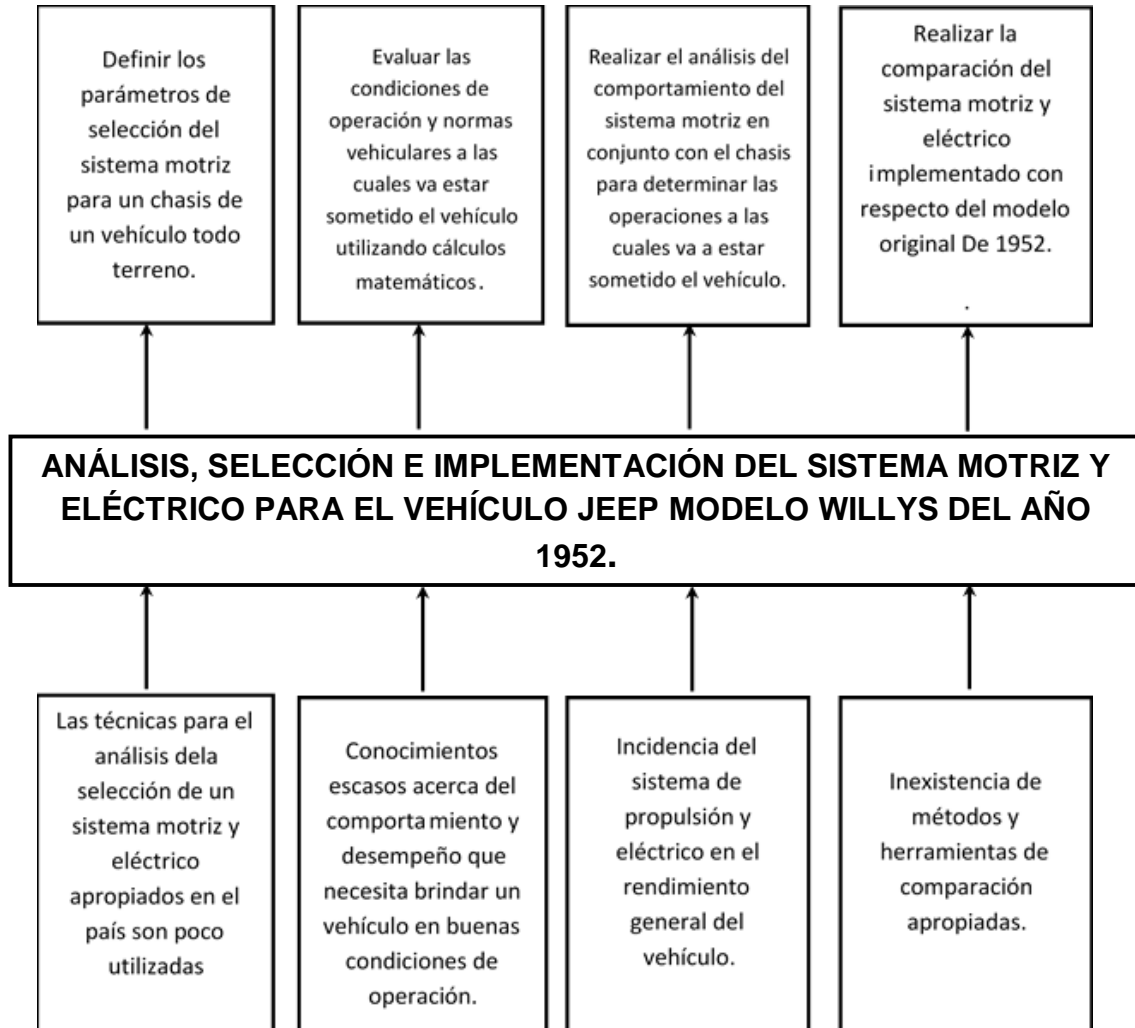


Figura 1. Árbol de problemas

1.3 Descripción resumida del proyecto

El presente proyecto se basa en el análisis del sistema motriz y eléctrico para ser

instalado en un vehículo todo terreno de clase Jeep, para esto vamos a considerar aspectos técnicos que debe cumplir el vehículo como potencia del motor, relaciones de transmisión para un mejor desempeño y el correcto funcionamiento del sistema eléctrico al interior y exterior.

Para la selección del motor vamos a comparar los estándares y las características con el modelo original de Jeep, con esto obtener los datos suficientes y poder elegir un motor acorde al desempeño que debe tener este vehículo.

En el caso de la caja de cambios vamos analizar las diferentes relaciones de transmisión y potencia que debe llegar a las ruedas posteriores y frontales del Jeep, para ello tenemos que adaptar una caja de velocidades y una de transferencia 4x4 al motor y al chasis del vehículo.

Una vez instalado y adaptado el motor con su respectiva caja de transferencia, procederemos a realizar pruebas de desempeño, en primera instancia en un dinamómetro para verificar la potencia, consumo y torque del motor, así como analizar los gases de escape para verificar si el vehículo puede transitar en ciudades. Culminado estas pruebas y tabulado los datos que recopilamos se procederá hacer una prueba de campo en el cual llevaremos al vehículo a ser probado en un terreno sinuoso.

Para finalizar se procederá a instalar la parte eléctrica, lo que corresponde a luces frontales y posteriores que cumplan con los estándares solicitados por la Agencia Nacional de Transito, en el interior del vehículo la parte de accesorios y tablero de control,

para que el vehículo pueda ser matriculado y posteriormente pueda circular sin inconvenientes.

1.4 Justificación e importancia

La preparación que debe tener un estudiante de ingeniería en la parte académica debe estar correlacionado entre la teoría y la práctica ya que para salir al campo laboral las exigencias aumentan por lo cual el estudiante debe tener conocimientos varios de su profesión y un desempeño óptimo para desarrollar el trabajo.

El propósito del proyecto es seleccionar e implementar el sistema motriz para un vehículo Jeep, el cual debe cumplir los requerimientos y especificaciones del modelo original, además de determinar los parámetros de funcionamiento como es la potencia, torque y consumo de combustible en diferentes condiciones de operación del motor. Con lo cual podremos comparar entre los valores calculados teóricamente y los valores obtenidos en la práctica.

Con el presente proyecto se pretende mejorar el desempeño del vehículo aumentando la potencia del motor e implementando una caja de velocidades y de transferencia acorde a las exigencias que tiene un vehículo todo terreno, por lo que se realizara pruebas de rendimiento en laboratorios y en campo, logrando así un funcionamiento óptimo del sistema motriz y en sí de todo el vehículo.

En la universidad de las fuerzas Armadas ESPE-L en la carrera de ingeniería Automotriz se ha realizado algunos trabajos similares de adaptaciones y optimización de partes automotrices en vehículos convencionales, pero no en vehículos todo terreno, por lo que con el presente trabajo de investigación dejaremos establecido la información pertinente.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general.

Analizar, seleccionar e Implementar el sistema motriz y eléctrico para el vehículo Jeep modelo Willys del año 1952.

1.5.2 Objetivos específicos.

- Investigar en bases digitales, escritas y artículos científicos información para el desarrollo del proyecto.
- Adaptar un tren motriz con la utilización de un sistema de propulsión moderno para un correcto funcionamiento de nuestro proyecto.
- Ejecutar el montaje y la puesta a punto de los sistemas de tren de potencia.
- Comprobar los parámetros establecidos del motor mediante pruebas de rendimiento.
- Evaluar el comportamiento de los diferentes sistemas a través de pruebas de campo.
- Comparar los datos obtenidos con el modelo original de Jeep para demostrar el aumento de desempeño del vehículo.

1.6 Metas

- Recopilar información de las características técnicas y rendimiento que debe tener el sistema motriz del vehículo en manuales de fabricantes, libros y sitios web para la selección del motor adecuado, esto se llevara a cabo dentro de dos semanas.
- Adaptar el motor al chasis original del vehículo con la respectiva caja de velocidades y de transferencia la cual será analizada para que transmita la potencia requerida a los neumáticos posteriores y frontales.
- Realizar la prueba de campo mediante normas técnicas para verificar el óptimo desempeño del vehículo dentro de dos semanas.

1.7 Hipótesis

Los parámetros de funcionamiento del sistema motriz seleccionado cumplen con las exigencias y requerimientos que necesita un vehículo de tipo Jeep todo terreno.

1.8 Variables de investigación

1.8.1 Variable independiente.

Características originales del Sistema motriz para el vehículo todo terreno.

1.8.2 Variable dependiente.

Selección y adaptación del sistema motriz al chasis original de Jeep

1.9 Metodología de la investigación

La metodología de la investigación ha aportado al campo de la educación, métodos, técnicas y procedimientos que permiten alcanzar el conocimiento de la verdad objetiva para facilitar el proceso de investigación. También se puntualizan los métodos generales que existen para realizar una investigación adecuada, es decir, el método inductivo, deductivo, analítico y sintético. (Gómez, 2012, p.7)

- **Método Bibliográfico**

Investigar en fuentes bibliográficas es la primera etapa del proceso ya que nos proporciona el conocimiento de trabajos ya existentes, con esto vamos a obtener información pertinente para la selección y adaptación del sistema motriz.

- **Método Analítico**

Para el presente proyecto se analizará los parámetros de funcionamiento correctos del motor y caja de transferencia con lo cual se garantizará el óptimo funcionamiento del vehículo.

- **Método Experimental**

Podemos interpretar los datos e información que se obtiene en las pruebas que se va a realizar para compararlos con el modelo original.

- **Método deductivo.**

El método deductivo nos da las herramientas para obtener valores a partir del motor, caja de cambios, etc., y así establecer parámetros e índices para el óptimo funcionamiento del vehículo todo terreno.

- **Método inductivo.**

Este método permitió estimar un rango para los valores en donde deben estar los parámetros adecuados para el funcionamiento del motor de combustión interna.

- **Método comparativo.**

Este método permitió comparar los resultados diferentes analizados de los índices de cada uno de los sistemas motrices, y así llegar a las conclusiones de la mejora óptima y adecuada del nuevo sistema motriz implementado

- **Método de la medición.**

Mediante el método de medición se obtuvo los valores de las diferentes relaciones de transmisión de cada uno de los sistemas motrices analizados, como la caja de velocidades, la caja de transferencia, como los dos diferenciales.

CAPÍTULO II

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Historia del vehículo Jeep Willys

El origen del mítico Jeep se encuentra en una necesidad bélica, como ha sucedido desde el origen de la humanidad, cuando se han desarrollado una gran cantidad de elementos para ganar la guerra y los cuales una vez terminada, han sido utilizados en actividades benéficas para el ser humano, que para esta caso consisten en haber posibilitado movilizarse casi por cualquier lugar del planeta. (Design, 2017)



Figura 2. Modelo militar Jeep

Fuente: (Design, 2017)

Durante el segundo semestre de 1945 ya con la segunda Guerra Mundial terminada, se inició la producción masiva del Jeep Willys CJ2A, que a diferencia de sus antepasados ya no contaba con parrilla de nueve ranuras sino de siete. Este “Civilian Jeep” conservaba el motor “Go Devil” de 60 HP, el mismo del MB, pero usaba una caja de cambios con algunas modificaciones y la transmisión de tipo “cuñero”, en lugar de la de eje flotante. Adicionalmente la palanca de cambios se montaba en la columna de dirección, se

conservaba el portón trasero y se incorporaba limpiaparabrisas accionado por vacío para el lado del conductor. También se le dotaba de fábrica de un anclaje en la parte posterior, para montarle toda suerte de elementos como arados, soldadores de arco movidos por el motor del Jeep, perforadoras y barrenos y una cantidad de accesorios inimaginables, que facilitaban de manera muy importante el trabajo en el campo y la ciudad. (Design, 2017)



Figura 3. Jeep Willys CJ2A de 1945

Fuente: (Design, 2017)

A finales de 1949 se presentó al mercado el CJ3A, evolución del CJ2A, también con capó bajo, pero con parabrisas plano de una sola pieza y con ventilación mediante una ventila y limpiaparabrisas ubicados en la parte inferior. El CJ3A tuvo su versión militar, el M38 o MC, que se fabricó hasta 1952. El CJ3A usaba el mismo motor “Go Devil” de cuatro cilindros en línea, 8 válvulas en el bloque, de 2.200 cc, que producía 60 HP/4.000 rpm y 14,25 Kgm/2.000 rpm de torque, el cual se acoplaba a una caja de cambios manual de tres velocidades. (Design, 2017)



Figura 4. Motor Jeep Willys modelo 1952

Fuente: (Design, 2017)

2.2 Tren de potencia

Son sistemas del vehículo constituido por el motor, transmisión, que tiene como misión transformar la energía química contenida en el combustible, en energía mecánica, transmitir esta energía hacia las ruedas del vehículo para su desplazamiento y reducir la velocidad, hasta llegar a detenerlo. (Fiallo & Vacacela, 2014, p.36)

2.2.1 Motor

Los motores de explosión, clasificados dentro del grupo de transformación endotérmica por combustión interna, son los que realizan su combustión a volumen constante y, como todos los de su grupo, funcionan transformando la energía potencial calorífica que posee el combustible en energía mecánica que se aprovecha en su árbol motriz o cigüeñal. Las características esenciales que definen a estos motores son las siguientes: (Fiallo & Vacacela, 2014, p.36)

- Forma de realizar la carburación. - El llenado de los cilindros se realiza por la aspiración de la mezcla aire-combustible, la cual se prepara en el exterior de los cilindros por medio del carburador, para ser después comprimida en el interior de los mismos. Debido a esta forma de carburación los motores necesitan consumir combustibles ligeros y fácilmente valorizables, para que la mezcla se realice en óptimas condiciones de carburación y obtener rápida combustión.(Fiallo & Vacacela, 2014, p.40)
- Relación de compresión y potencia. - Debido a que los combustibles utilizados (gasolinas y gas licuado de petróleo), la relación de compresión de estos motores no puede ser elevada, ya que está limitada por la temperatura alcanzada por la mezcla durante la compresión en el interior del cilindro, la cual no puede ser superior a la temperatura de auto inflamación de la mezcla. (Fiallo & Vacacela, 2014, p.40)
- Estas relaciones de compresión limitan la potencia alcanzada por estos motores, sin embargo, la preparación de la mezcla fuera del cilindro, con tiempo suficiente durante la aspiración y compresión para obtener una buena carburación de la misma, permite una rápida combustión, con lo que se puede obtener un elevado número de revoluciones del motor. (Fiallo & Vacacela, 2014, p.41)
- Se pueden alcanzar potencias medias con presiones moderadas en el interior de los cilindros, lo cual permite que sus elementos móviles sean ligeros con el objeto de obtener en su árbol un elevado número de revoluciones. Se emplean generalmente en vehículos de tracción ligeros.

- Forma de realizar la combustión. - Otra de las características esenciales de estos motores es la forma de realizar su combustión (volumen constante). Esta se produce cuando el émbolo se encuentra en el punto de máxima compresión y se realiza de una forma rápida, por capas, como si fuera una explosión (de donde reciben su nombre), pero sin que los gases puedan expansionarse o sea aumentar de volumen. Esto hace que la presión y temperatura interna se eleven extraordinariamente al final de la combustión y se alcancen presiones considerables de (40 a 70 kgf/cm) que ejercen un empuje notable sobre el pistón, desplazándolo para realizar el trabajo motriz. (Fiallo & Vacacela, 2014, p.42)
- Forma del encendido. - Estos motores se caracterizan también por la forma de encendido, el cual se produce por ignición de la mezcla a través de una chispa eléctrica, que la hace explosionar una vez comprimida.

Según el funcionamiento y la realización de su ciclo de trabajo, estos motores se clasifican en:

- Motores alternativos de cuatro tiempos.
- Motores alternativos de dos tiempos.
- Motores rotativos.

2.2.2 Motor de explosión alternativo de cuatro tiempos.

Este motor, con funcionamiento alternativo de su émbolo en un ciclo de cuatro tiempos, es el más empleado en la actualidad para vehículos de turismo. La transformación de

energía se realiza en cuatro fases de trabajo, durante las cuales el émbolo efectúa cuatro desplazamientos o carreras alternativas. Un sistema mecánico de biela-manivela, situado entre el pistón o árbol motriz, transforma el movimiento lineal del émbolo en movimiento de rotación del árbol, produciendo dos vueltas completas del cigüeñal o árbol motriz en cada ciclo de funcionamiento. La entrada y salida de los gases en el cilindro es controlada por dos válvulas situadas en la cámara de combustión. La apertura y cierre de las mismas la realiza un sistema de distribución sincronizado con el movimiento del árbol motriz o cigüeñal. (Fiallo & Vacacela, 2014, p.44)

- Este motor cumple los siguientes principios:
- Relación superficie/volumen del cilindro mínima.
- Proceso de expansión a velocidad máxima.
- Expansión máxima posible.
- Presión al iniciarse la expansión máxima posible.

Realizado según el siguiente método:

- Admisión durante la carrera desde el punto muerto superior y termina en punto muerto inferior.
- Compresión durante la carrera desde el punto muerto inferior y finaliza en el punto muerto superior.
- Encendido de la carga en el punto muerto superior, seguido de expansión hacia el punto muerto inferior.
- Escape durante la carrera desde el punto muerto inferior hacia el punto muerto superior.

2.3 Transmisión

2.3.1 La caja de cambios

Es uno de los componentes más importantes, con esta se consigue distribuir diferentes potencias a las ruedas y así conseguir que el motor trabaje a diferentes revoluciones y conseguir aumentar o disminuir la velocidad. La caja de cambios nos permite estar en distintas marchas, lo que nos permite adecuar la velocidad a las condiciones de la carretera. En general hay dos tipos de cajas de cambios: manuales o automáticas. (Hotmaetxe de Lucas, 2015, p.20)

La transmisión son todos aquellos componentes que se encargan de transmitir el movimiento desde la salida del bloque motor hasta las ruedas posteriores. La transmisión del vehículo está constituida por una primera etapa de reducción, el embrague, la caja de cambios, caja de transferencia y diferencial. El embrague es el sistema encargado de transmitir o interrumpir el movimiento del motor a través del cigüeñal a la caja de velocidades. El accionamiento se realiza mediante un pedal por el propio conductor desde el interior del vehículo. Cuando el pedal está sin pisar, el movimiento de giro se transmite íntegramente (embragado); cuando es accionado totalmente, el desacople es completo. La caja de cambios es el elemento de transmisión que se interpone entre el motor y el resto de los elementos de transmisión en un vehículo para modificar el número de revoluciones en las ruedas. (Fiallo & Vacacela, 2014, p.65)

a) Caja de cambios manuales

En este tipo de cajas, la selección de marchas las hace manualmente el conductor del vehículo. (Hotmaetxe de Lucas, 2015, p.22)

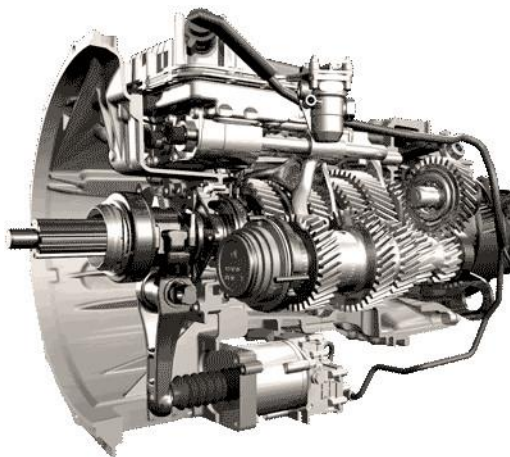


Figura 5. Transmisión manual

Fuente: (Hotmaetxe de Lucas, 2015)

En este tipo de cajas de cambios los elementos que soportan fricción están bañados en aceite que se encuentra en el cárter.

Para la selección de marchas se usarán guías, las cuales se acoplan a los sincronizadores y los mueven hacia adelante o hacia atrás seleccionando una marcha u otra. En una caja de cambios todas las velocidades están sincronizadas, es decir se valen de unos elementos llamados sincronizadores para igualar las velocidades de los ejes y hacer un cambio más cómodo.(Hotmaetxe de Lucas, 2015, p.24)

b) Caja de cambios automáticas

En este tipo de cajas las selecciones de marchas se hacen automáticamente de una forma autónoma.

Un aparato electrónico cambia la caja de cambios dependiendo de la potencia del coche, las condiciones del entorno, la velocidad del coche, la resistencia del avance Una caja de

cambios manual está dotada de engranajes cilíndricos, mientras que la automática está compuesta de un tren epicycloides, estos componen una relación de trasmisión diferente.(Hotmaetxe de Lucas, 2015, p.25)

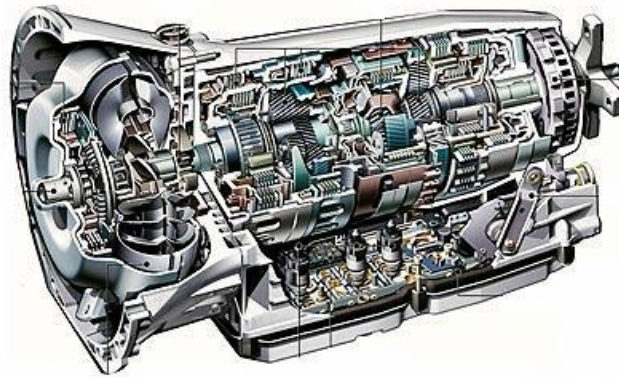


Figura 6. Transmisión automática

Fuente: (Hotmaetxe de Lucas, 2015)

2.3.2 Caja de transferencia

La caja de transferencia es esencialmente una transmisión de dos velocidades ubicada en la parte trasera de la transmisión estándar que proporciona una marcha baja y directa. Eso también proporciona un medio para conectar el poder a el eje delantero. Los engranajes de la caja de transferencia son controlados por el conductor a través de una barra y palanca en la cabina que proporciona dos o cuatro ruedas motrices y también un alto y bajo engranaje. La palanca de cambios en la parte trasera extrema proporciona tracción en dos ruedas al desactivar toda la transmisión hacia adelante ruedas La primera posición hacia adelante proporciona un alto rango tracción en las 4 ruedas. Segunda posición adelante (neutral) desconecta toda la potencia de las ruedas y se utiliza principalmente para proporcionar el ajuste neutral necesario para el uso de equipos de toma de fuerza cuando El vehículo esta estacionado. La posición extrema hacia adelante proporciona tracción en las cuatro ruedas de bajo rango.(Jeep Corporation, 1965, p.15)

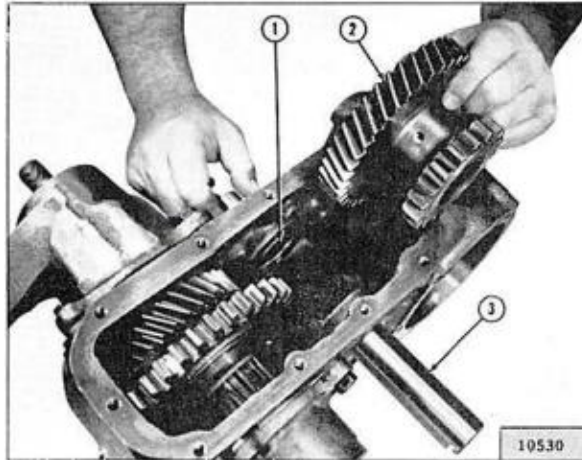


Figura 7. Caja de Transferencia

Fuente: (Jeep Corporation, 1965)

2.4 Partes de un motor de combustión interna.

2.4.1 Cabeza de cilindros

(Dillon & Santos, 2014) afirma la cabeza de cilindros es una pieza de aluminio que va colocada encima del bloque del motor. Su función es sellar la parte superior de los cilindros para evitar pérdidas de compresión y salida inapropiada de los gases de escape. (p.85)

(Dillon & Santos, 2014) añade que en la cabeza de cilindros se encuentran situadas las válvulas de admisión y de escape, sellos, guías, asientos de válvulas, resortes, taques, eje de levas (en este caso dos), bujías. El mismo también sirve de alojamiento para la tapa válvulas, múltiples de admisión y escape, y de otros elementos que son necesarios para el funcionamiento del motor. Existen conductos internos que se conectan al múltiple de admisión para permitir que la mezcla aire-combustible ingrese en la cámara de combustión del cilindro y otros conectados al múltiple de escape para permitir que los gases producidos por la combustión sean expulsados al medio ambiente. (p.86)

La cabeza de cilindros está firmemente unida al bloque del motor por medio de tornillos, y para garantizar un cierre hermético con el bloque se coloca entre ambas piezas metálicas una “junta de culata”, constituida por una lámina de material de amianto o cualquier otro material flexible que sea capaz de soportar, sin deteriorarse, las altas temperaturas que se alcanzan durante el funcionamiento del motor.(Dillon & Santos, 2014, p.87)

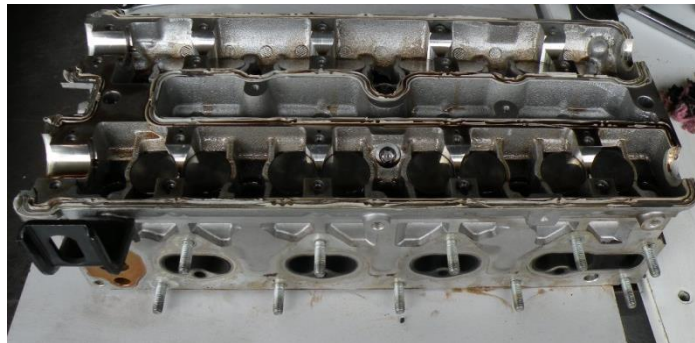


Figura 8. Cabeza de cilindros

Fuente: (Dillon y Santos, 2014)

2.4.2 Bloque de motor

También denominado bloque de cilindros, es fabricado de hierro fundido, aunque en otros vehículos se puede encontrar de aluminio. El bloque del motor con su ubicación transversal está fijado directamente sobre el bastidor mediante tres soportes, se encuentra entre la cabeza de cilindros y el depósito de aceite (cárter). Además de servir de soporte estructural para todo el resto del motor, el bloque cumple además la función de disipación del calor por conducción a través de su cuerpo y debe poseer la suficiente rigidez para soportar la fuerza originada por todos sus elementos internos. El bloque del motor está estrechamente relacionado con el tipo de motor, ya que su diseño nos indica si el motor tendrá 4, 6 o más cilindros, si el motor es en línea o en V según la disposición

de los cilindros, etc. En el bloque podemos observar orificios y conductos destinados para la circulación de refrigerante y aceite, las bancadas que son para el montaje del cigüeñal, soportes para bomba de agua, motor de arranque, sensores, etc. Y por último, encontramos los cilindros donde los pistones se deslizan logrando hacer un movimiento rectilíneo alternativo.(Dillon & Santos, 2014, p.89)

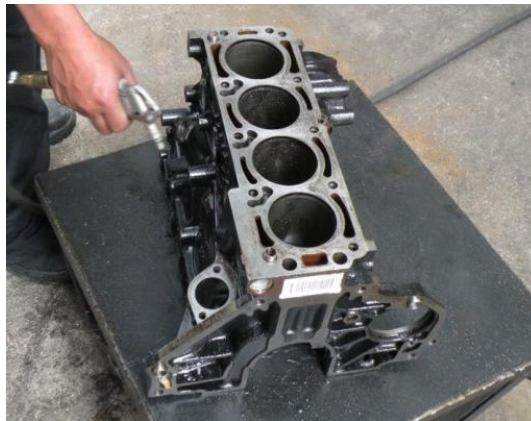


Figura 9. Bloque motor

Fuente: (Dillon y Santos, 2014)

2.4.3 Tren alternativo

Al tren alternativo lo forman el conjunto pistón, biela y cigüeñal, y desempeña la misión fundamental en el motor de transmitir hasta el cigüeñal, la energía obtenida en la combustión y convertirla en movimiento de rotación para suministrar un par útil disponible en el volante del motor para lograr la propulsión del vehículo.(Dillon & Santos, 2014, p.90)



Figura 10. Tren alternativo

Fuente: (Dillon y Santos, 2014)

a) Pistón

(Dillon & Santos, 2014) añade que el pistón es un cilindro que es abierto en su base inferior, cerrado en la superior y sujeto a la biela en su parte intermedia por medio de un bulón. El movimiento del pistón es alternativo hacia arriba y abajo en el interior del cilindro, comprime la mezcla y transmite la presión de combustión al cigüeñal a través de la biela. Además, fuerza la salida de los gases resultantes de la combustión en la carrera de escape y produce un vacío en el cilindro que “aspira” la mezcla en la carrera de aspiración. (p.90)

El pistón debe ser ligero, de forma que sean mínimas las cargas de inercia, pero a su vez debe ser lo suficientemente rígido y resistente para soportar el calor y la presión desarrollados en el interior de la cámara de combustión, por ello se emplean aleaciones de aluminio para su construcción y pueden clasificarse en 3 categorías: aluminio-cobre, aluminio-cobre-níquel (o hierro) y aluminio-silicio. Las aleaciones más empleadas son las últimas, puesto que ofrecen óptima resistencia mecánica y coeficiente de dilatación bajo, junto con elevado coeficiente de conductibilidad térmica. (Dillon & Santos, 2014, p.91)

b) Biela

(Dillon & Santos, 2014) afirma que la biela es una barra rígida que conecta el pistón con el cigüeñal para transmitir la fuerza de la combustión al cigüeñal, transformando el movimiento alternativo del pistón en un movimiento rotativo. La biela tiene tres partes, el pie, cuerpo y cabeza. El pie es la parte que une la biela al pistón con un pasador o bulón. El cuerpo, parte media de la biela, solo actúa como prolongamiento aportando, además, rigidez. En algunos casos presentan un conducto para dirigir el aceite a través de ella. La cabeza es la encargada de entrar en contacto con el codo del cigüeñal, que a su vez tiene dos partes, la superior y la inferior denominada tapa de biela, sujeta ésta con tornillos o espárragos. (p.92)

(Dillon & Santos, 2014) añade que para evitar un desgaste inapropiado ante un mal funcionamiento se ponen entre la biela y el cigüeñal cojinetes anti-fricción, que se encargan de proteger a la biela y cigüeñal permitiendo que los cojinetes se dañen primero. Los cojinetes se construyen en dos partes para facilitar su colocación, uno va a la cabeza de la biela y otro va a la tapa de biela. En su acoplamiento con el cigüeñal debe dejarse un espacio mínimo (luz de lubricación), a fin de permitir que el lubricante actúe entre las piezas formando una película que disminuya el roce directo entre metales. Los materiales usados en las bielas son de aleaciones de acero y se producen por forjamiento, pero también se pueden encontrar de titanio o aluminio que se hacen mediante maquinado. (p.93)

c) Cigüeñal

(Dillon & Santos, 2014) afirma que el cigüeñal es la pieza del motor encargada de transformar el movimiento alternativo del pistón en un movimiento circular, logrando así transferir la potencia hacia la transmisión. En los motores con cilindros en línea, el cigüeñal está formado por tantas anivelas como cilindros. En los motores con los cilindros opuestos el número de manivelas puede ser el mismo que el de cilindros o sólo la mitad. En los motores en V, generalmente el número de manivelas es la mitad del de cilindros. (p.93)

(Dillon & Santos, 2014) añade que a causa de las fuerzas extremas, se deben emplear cojinetes con una superficie bastante dura antifricción de aleación cobre- plomo, duraluminio, etc. Las muñequillas del cigüeñal se endurecen superficialmente mediante cementación, temple superficial o nitruración. En un sistema especial de temple superficial muy empleado en la fabricación en serie, el endurecimiento se produce mediante un calentamiento superficial obtenido por procedimiento eléctrico (por inducción) y posterior enfriamiento con agua, este sistema de endurecimiento es muy rápido. (p.94)

El material empleado generalmente para la construcción de los cigüeñales es de acero al carbono y en los casos de mayores solicitaciones se emplean aceros especiales al cromo - níquel o al cromo -molibdeno- vanadio que son tratados térmicamente. Se construyen también cigüeñales en fundición nodular que poseen unas características de resistencia semejantes a las del acero al carbono.(Dillon & Santos, 2014, p.95)

2.4.4 Distribución

Es el conjunto de elementos que, debidamente sincronizados con el giro del cigüeñal, se encargan de abrir o cerrar las válvulas para que la mezcla en los motores de cuatro tiempos, entre en el cilindro en el momento adecuado y los gases quemados, una vez utilizados, fluyan hacia el exterior. (Dillon & Santos, 2014, p.96)

Los principales elementos de la distribución son:

- Válvulas
- Taques
- Ejes de levas
- Cadena o correa dentada
- Muelles

a) Válvulas

(Dillon & Santos, 2014) afirma que las válvulas son elementos que abren y cierran los conductos de admisión y escape sincronizado con el movimiento de subida y bajada de los pistones. A su vez mantiene estanca o cerrada la cámara de combustión cuando se produce el tiempo de compresión y combustión del motor. Se utilizan dos válvulas por lo menos para cada cilindro (una de admisión y una de escape). (p.97)

La válvula de admisión puede llegar a temperaturas de funcionamiento de 400°C ya que es refrigerada por los gases frescos de admisión y se fabrica de acero autentico al níquel o titanio. La válvula de escape está sometida al paso de los gases de escape por lo que

puede alcanzar temperaturas de hasta 800°C. Para soportar estas temperaturas, se fabrica en acero austenítico al níquel más cromo o cromo a la sílice, algunas rellenas de sodio en polvo, que pasa a estado líquido por temperatura y refrigera la válvula de esta manera. (Dillon & Santos, 2014, p.98)



Figura 11. Guías de válvula

Fuente: (Dillon y Santos, 2014)

b) Taqués

Los taqués sirven para asegurar la correcta apertura y cierre de válvulas, compensando dilataciones, desgastes y tolerancias de las distintas piezas que forman la distribución a lo largo de la vida del motor. (Dillon & Santos, 2014, p.98)

Las condiciones de trabajo son extremas ya que:

- Soportan unos 150 millones de golpes de leva durante su vida útil.
- Cargas de más de 800 Kg en cada golpe de leva.
- Temperaturas de -10° a +150° C.

(Dillon & Santos, 2014) añade que estas piezas son de gran precisión con tolerancias internas de milésimas de milímetro. Sus dos únicos enemigos son la suciedad y el aire en el aceite de motor y el síntoma más común es la aparición de ruido. Los taqués se construyen de acero forjado o fundición nodular. (p.99)

Funcionamiento:

(Dillon & Santos, 2014) afirma que durante la fase A, la leva empuja y la válvula de bola del taqué (4) se pega contra su asiento cerrando el paso de aceite. El aceite en la cámara de presión (7) empuja la camisa (3) casi como si fuera un elemento rígido por lo que se transmite todo el movimiento a la válvula del motor provocando su apertura. Durante la fase B, la leva sigue empujando al taqué hasta la apertura total de la válvula del motor. Una pequeña cantidad de aceite se escapa entre la camisa y el pistón. Durante la fase C, la leva ya no empuja el taqué, la válvula de bola ya no se apoya contra su asiento por lo que puede entrar algo de aceite para compensar las fugas internas. (p.99)



Figura 12. Taqués hidráulicos

Fuente: (Dillon y Santos, 2014)

c) Barra de levas

(Dillon & Santos, 2014) añade que el movimiento alternativo de apertura y cierre de las válvulas se realiza por medio de un mecanismo empujador que actúa sobre las válvulas y que se denomina eje de levas. La apertura y cierre de las válvulas tiene que estar sincronizada con el ciclo de funcionamiento y la velocidad del régimen del motor. (p.110)

(Dillon & Santos, 2014) menciona que el eje de levas tiene una relación de giro 2:1, esto quiere decir que mientras el cigüeñal gira dos veces, el eje de levas solo gira una vez. El eje de levas está formado por una serie de levas que van según el número de válvulas que lleve el motor, cada una tiene el ángulo correspondiente de desfase para efectuar la apertura de los distintos cilindros, según el orden de encendido establecido, en este caso (1-3-4-2). El eje de levas además de las levas lleva mecanizados una serie de muñones de apoyo sobre los que gira, cuyo número varía en función del esfuerzo a transmitir. (p.112) Cuando va instalado sobre una culata de aluminio, el número de apoyos suele ser igual al número de cilindros, más uno. La construcción se lo hace en acero especial mecanizado y sus levas excéntricas y descansos son tratados térmicamente para proveer una superficie resistente al desgaste. (Dillon & Santos, 2014, p.112)



Figura 13. Árbol de levas

Fuente: (Dillon y Santos, 2014)

2.5 Sistemas del Motor.

El motor de combustión interna está formado por sistemas Auxiliares, que permiten el correcto funcionamiento del motor, entre estos podemos observar:

2.5.1 Sistema de Lubricación:

Es el encargado de evitar el desgaste entre los componentes del sistema de distribución.

(Gómez, 2018) menciona que su función es mantener, limpiar, lubricar, enfriar y sellar cada uno de los componentes del motor para que se evite la fricción entre ellos. Consta de los siguientes componentes:

- Carter
- Tubo de succión
- Filtro
- Bomba

El aceite se recoge del cárter inferior, y por medio de una bomba, se envía a los distintos puntos, como los cojinetes de bancada, cabeza de bielas, bujes, bulón pasador, apoyos del árbol de levas, balancines, guías de válvulas, paredes del cilindro, fondos de embolo y otros elementos auxiliares. La circulación del aceite, al mismo tiempo que lubrica los elementos móviles del motor, realiza una refrigeración de los mismos.(Gómez, 2018, p.32)

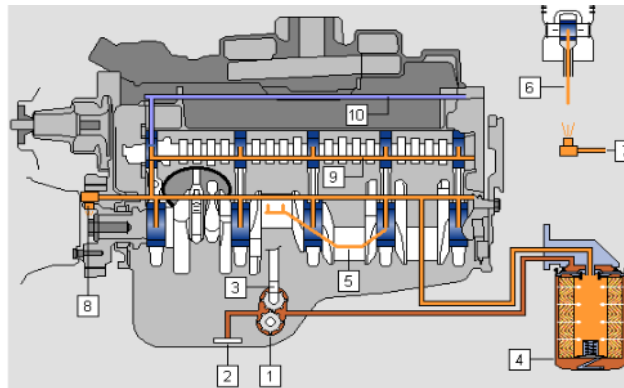


Figura 14. Sistema de lubricación

Fuente: (Gómez, 2018)

- 1) Bomba de aceite
- 2) Filtro de bomba
- 3) Varilla de empuje – eje bomba
- 4) Filtro de aceite
- 5) Orificios en engrase en cigüeñal
- 6) Orificios de engrase en biela (buje biela - bulón)
- 7) Surtidores de aceite: fondo cabeza émbolo
- 8) Surtidores de aceite: engranajes distribución
- 9) Pasos de aceite árbol de levas y cojinetes
- 10) Pasos de aceite balancines

2.5.2 Sistema de Refrigeración:

Implica mantener la temperatura óptima, para el adecuado trabajo del motor, para tener la adecuada lubricación dentro de los parámetros establecidos para el funcionamiento óptimo.

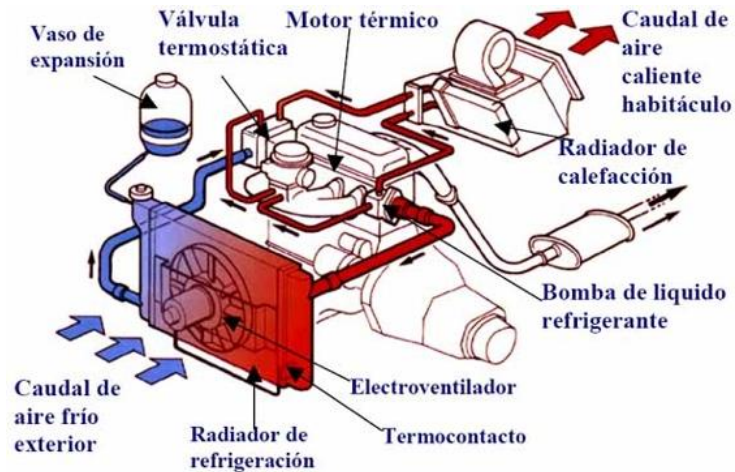


Figura 15. Sistema de refrigeración

Fuente: (Gómez, 2018)

2.5.3 Sistema de Alimentación de Combustible.

Es el encargado de entregar la mezcla estequiometría adecuada de aire y combustible.

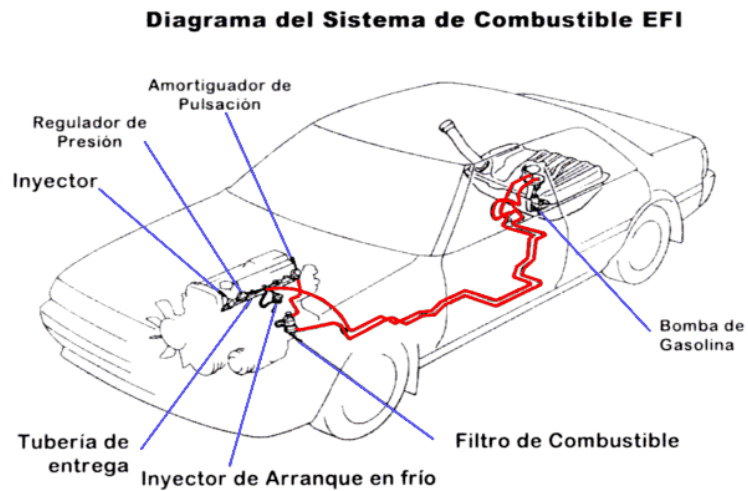


Figura 16. Sistema de alimentación de combustible

Fuente: (Gómez, 2018)

2.5.4 Sistema de Distribución

Es un conjunto de piezas perfectamente sincronizadas para permitir que el ciclo Otto se origine. Cada cilindro toma el combustible y expulsa los gases a través de válvulas de cabezal o válvulas deslizantes. Un muelle mantiene cerradas las válvulas hasta que se abren en el momento adecuado, al actuar las levas de un árbol de levas rotatorio movido por el cigüeñal, estando el conjunto coordinado mediante la cadena o la correa de distribución. (Córdova, 2014, p.56)

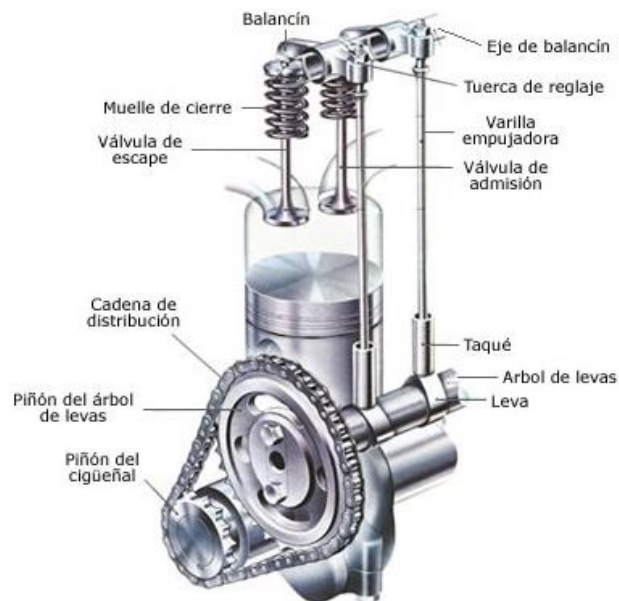


Figura 17. Sistema de distribución OHV

Fuente: (Córdova, 2014)

2.5.5 Sistema de Encendido:

Proporciona la corriente eléctrica necesaria para la generación de la chispa entre los electrodos primario y secundario, para generar en encendido dentro de la cámara de combustión del motor.

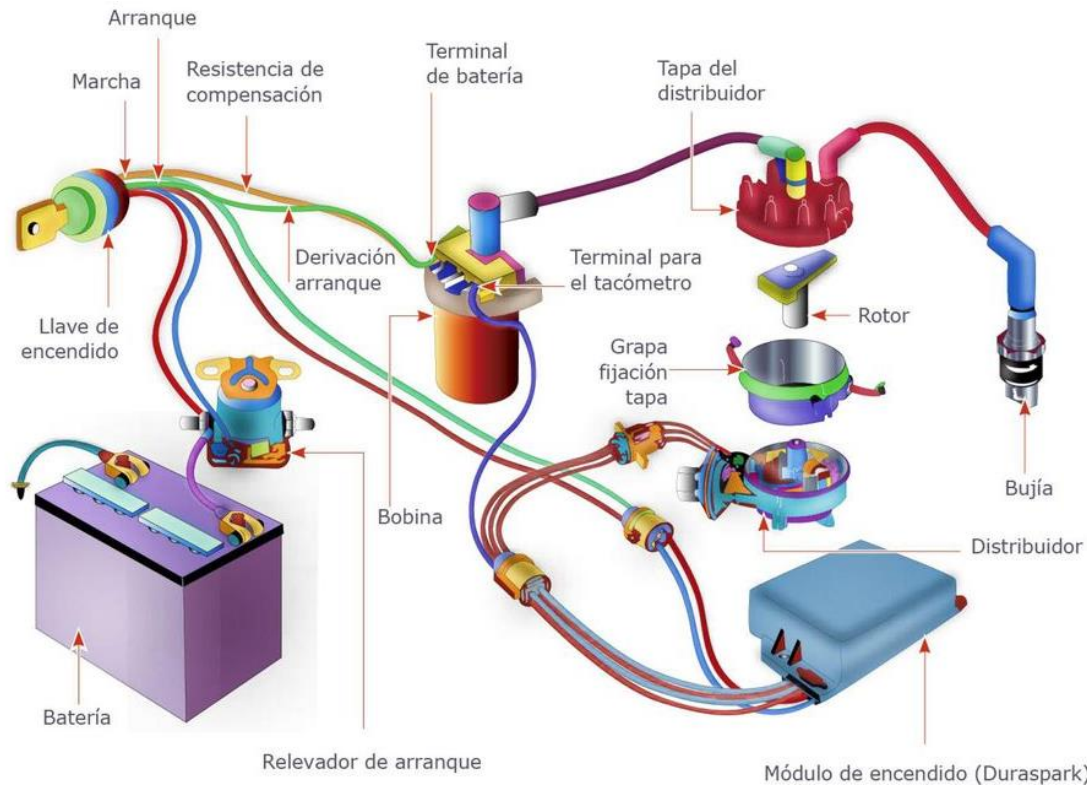


Figura 18. Sistema de encendido electrónico con distribuidor

Fuente: (Córdova, 2014)

2.6 Fundamentos del motor de cuatro tiempos.

(Sánchez & Toro, 2016) afirma el motor de combustión interna a gasolina o también llamado motor de explosión de ciclo Otto, nombrado así en honor a su inventor Nikolaus August Otto, es una máquina que convierte energía química en energía mecánica con el fin de impulsar un movimiento, para ello realiza 4 procesos:

- **Admisión:**

Es el proceso donde se induce la adecuada mezcla de aire con combustible dentro de la cámara de combustión

- **Compresión:**

Es la etapa donde el embolo sube hasta el punto muerto superior PMS, donde realiza una compresión de la mezcla indicada en el punto anterior.

- **Explosión:**

Es aquí cuando la mezcla de aire con combustible previamente comprimida se enciende con la ayuda del sistema de encendido, al proporcionar el arco eléctrico entre los electrodos primario y secundario. Aquí se la conoce también como ciclo de trabajo, ya que el embolo es impulsado hacia el punto muerto inferior PMI, debido al trabajo realizado por la combustión de la mezcla.

- **Escape**

En esta etapa es cuando se expulsan o se eliminan los gases combustionados por la dicha combustión de la mezcla aire y combustible.

2.6.1 Tiempo de Admisión.

(Sánchez & Toro, 2016) afirma que se denomina así al ciclo en el que el pistón se desplaza hacia el punto muerto inferior (P.M.I.), y la válvula de escape se encuentra cerrada, mientras que la válvula de admisión se abre, provocando una succión de aire-combustible por parte del pistón. El cigüeñal gira 180° mientras que la barra de levas lo hace 90°. (p.30)

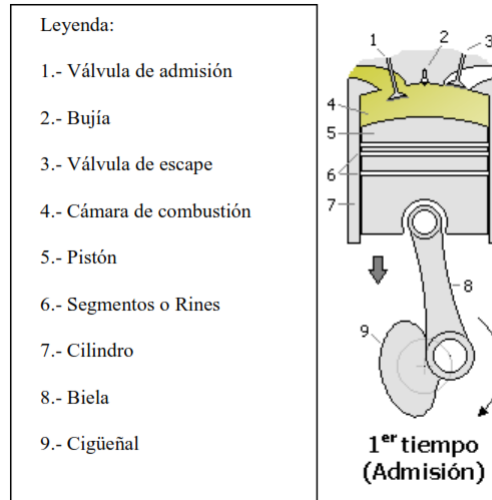


Figura 19. Tiempo de Admisión

Fuente: (Sánchez & Toro, 2016)

2.6.2 Tiempo de Compresión.

(Sánchez & Toro, 2016) afirma que cuando el pistón llega al punto muerto inferior (P.M.I.), la válvula de admisión cierra para comprimir la mezcla aire-combustible en el interior, cuando el pistón empieza a ascender a su punto muerto superior (P.M.S.), el cigüeñal gira sus 180° más, así mismo el árbol de levas lo hace por otros 90°.(p.31)

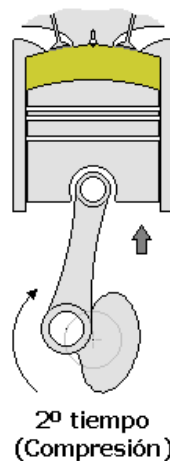


Figura 20. Tiempo de Compresión

Fuente: (Sánchez & Toro, 2016)

2.6.3 Tiempo de Explosión o Expansión.

(Sánchez & Toro, 2016) afirma que cuando el pistón alcanza el punto muerto superior (P.M.S.) la mezcla aire combustible alcanza su presión máxima, siendo combustionada por la chispa proveniente de la bujía. Al combustionar la mezcla, crea un empuje que hace descender el pistón hacia el punto muerto inferior (P.M.I.), el cigüeñal gira otros 180° y el árbol de levas 90° . (p.32)

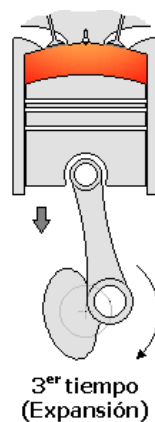


Figura 21. Tiempo de Expansión

Fuente: (Sánchez & Toro, 2016)

2.6.4 Tiempo de Escape.

(Sánchez & Toro, 2016) afirma que el pistón empuja los gases de la mezcla combustionada hacia arriba (P.M.S.), y la válvula de escape se abre provocando la evacuación de los gases de la combustión, el cigüeñal gira 180° y el árbol de levas 90° .(p.32)

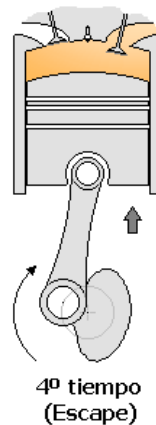


Figura 22. Tiempo de Escape

Fuente: (Sánchez & Toro, 2016)

2.7 Características de los motores de combustión interna.

A pesar de los avances tecnológicos que se encuentran en la industria automotriz, especialmente con los que han tenido los motores de combustión interna, estas máquinas aun pretenden conservar su esencia y características principales y elementales.

2.7.1 Cilindrada

(Córdova, 2014) afirma que se llama cilindrada al volumen que desaloja el pistón cuando se desplaza desde el PMS al PMI. Siendo S la carrera del pistón y D, el calibre del cilindro, la cilindrada unitaria es:

$$V_h = \frac{\pi D^2 S}{4}$$

Dónde:

V_h = cilindrada unitaria [m³]

S = carrera del pistón [m].

D = diámetro del cilindro [m].

(Córdova, 2014) dice que la cilindrada total de un motor es, pues, el producto de la cilindrada unitaria por el número de cilindros. La potencia de un motor aumenta en relación directa con la cilindrada, pues cuanto mayor sea esta, más cantidad de gases entra en el cilindro, obteniéndose explosiones más potentes. No obstante, la cilindrada está limitada por las posibilidades de enfriamiento y será tanto más escasa, en general, cuanto más rápido gire el motor. De otra parte, la cilindrada determina la importancia de los esfuerzos a que estarán sometidos el pistón y demás órganos móviles. Para reducir la importancia relativa de los rozamientos entre el pistón y el cilindro se fija la relación carrera/diámetro entre unos límites bastante estrechos, próximos a la unidad $S / D \cong 1$. (p.37)

2.7.2 Relación de Compresión

(Córdova, 2014) afirma que se llama relación de compresión, a la relación existente entre el volumen del cilindro cuando el pistón se encuentra en el PMI y el de la carrera de compresión, que es el volumen ocupado por los gases cuando el pistón alcanza el PMS.

$$\varepsilon = \frac{V_h + V_c}{V_c}$$

Dónde:

ε = relación de compresión

V_h = cilindrada unitaria [m^3]

V_c = volumen de la cámara de combustión [m^3]

(Córdova, 2014) menciona que la relación de compresión de un motor da el nivel de compresión a que se somete el gas en el interior del cilindro. Cuanto mayor sea esta, más presión se obtiene al final de la compresión. (p.38)

(Córdova, 2014) afirma que dado que la línea de compresión es una adiabática, la temperatura alcanzada por el gas al final de la compresión es la correspondiente al calor absorbido, que puede ser calculada con la siguiente expresión:

$$t + 273 = (t_o + 273)\varepsilon^{\gamma-1}$$

Dónde:

T= temperatura final en grados centígrados

To= temperatura inicial °C

ε = relación de compresión

γ = exponente adiabático del gas. (p.38)

2.7.3 La velocidad de rotación del motor

(Córdova, 2014) afirma que en mecánica, una revolución o giro es una vuelta completa del eje del cigüeñal. La velocidad de rotación del motor viene determinada por el número de revoluciones por minuto (r.p.m.). La potencia de un motor es el trabajo que realiza por unidad de tiempo, siendo dicho trabajo consecuencia de la cantidad de ciclos del motor. Para una misma cilindrada, quemara mayor cantidad de combustible y tendrá mayor potencia el motor que gire más deprisa, es decir, el que haga más ciclos. (p.39) Así pues:

- Para una misma cilindrada, a mayor velocidad de giro mayor potencia.
- Para una misma velocidad de giro, a mayor cilindrada mayor potencia.

(Córdova, 2014) afirma que por tanto, para conseguir, motores más potentes hay dos recursos: Aumentar la cilindrada o aumentar la velocidad de rotación del motor. La cantidad de r.p.m., de un motor está limitada por la velocidad máxima que puede alcanzar el émbolo y por los tiempos disponibles para realizar la admisión y la combustión principalmente. (p.39)

$$RPM = \frac{P * 716}{T}$$

Dónde:

T = Par motor en kg-m

P = Potencia del motor en HP

2.7.4 La velocidad del émbolo

(Córdova, 2014) afirma que el movimiento del émbolo no es uniforme. Cuando el émbolo llega al PMS se detiene para cambiar el sentido de su movimiento, por lo que en este punto su velocidad es nula, a medida que baja va aumentando la velocidad, y poco antes de llegar al centro de su carrera alcanza la velocidad máxima, que va disminuyendo para volver a ser nula en el PMI. La velocidad media del émbolo, para una determinada cantidad de r.p.m. del motor, se halla mediante la fórmula:

$$V_m = \frac{w * S}{30}$$

Dónde:

V_m = velocidad media del émbolo [m/s]

ω = velocidad de rotación del motor [rpm]

s= carrera [m]. (p.39)

2.7.5 La relación carrera/diámetro

(Córdova, 2014) afirma que una de las causas que más influyen en el máximo número de r.p.m. a alcanzar en un motor, es la relación existente entre la longitud de la carrera y el diámetro de los émbolos. Una misma cilindrada unitaria se puede conseguir con un mayor diámetro del cilindro y una carrera más corta (menor brazo del cigüeñal), o al revés, con una carrera más larga y un diámetro menor. (p.40)

$$\text{relación carrera/diámetro} = \frac{S}{D}$$

2.7.6 Potencia

(Córdova, 2014, p.41) afirma que el concepto de potencia expresa cuantas veces está disponible el par motor en el tiempo, es decir, con qué velocidad se puede disponer del par. La potencia desarrollada por un motor depende de la relación de compresión y de la cilindrada, ya que a mayores valores de estas le corresponde mayor explosión y más fuerza aplicada al pistón; también depende íntimamente de las revoluciones por minuto a las que gira el motor. En consecuencia, la potencia puede ser determinada mediante la fórmula:

$$P = T * \omega = \frac{T * n}{\frac{60}{2\pi}}$$

Donde:

P: Potencia del motor en (KW)

T: Torque o par motor (Nm)

ω : velocidad angular del eje del cigüeñal (rad/s)

n : revoluciones por minuto (rpm)

2.7.7 Torque

Según (Córdova, 2014, p.42) el par motor o torque es el producto de la fuerza F_b por el radio r del cigüeñal, lo podemos determinar por la fórmula:

$$T = F_b * r$$

Donde:

T = torque o par motor (N*m)

F_b = Fuerza sobre la biela (N)

r = radio del cigüeñal (m)

2.7.8 Consumo

(Córdova, 2014, p.42) menciona que el consumo específico indica la eficiencia que tiene un motor para transformar carburante en energía mecánica, y se expresa como la cantidad de carburante que hay que consumir (en gramos) para obtener una determinada potencia en kilovatios (kW), durante una hora (g/kWh). Se calcula por la siguiente fórmula:

$$CECF = \frac{mc}{P_f}$$

Donde:

$CECF$ = consumo específico de combustible $\left[\frac{kg}{kw h} \right]$

mc = consumo de combustible $\left[\frac{kg}{h} \right]$

P_f = potencia al freno en [Kw]

2.8 Sistema eléctrico

(López & Dávila, 2011) afirma que para que un vehículo pueda circular de noche sin peligro, es necesario iluminar el camino por el que transita, y para que los demás usuarios de la vía pública puedan ver por detrás a este vehículo. (p.28)

(López & Dávila, 2011) menciona que las normas estipulan que debe haber un alumbrado de:

- Carrera o larga distancia, capaces de alumbrar hasta una longitud de 100m por delante del vehículo y con una intensidad máxima total de 225.000 candelas.
- Cruce, iluminan una zona de 40m por delante del vehículo, sin deslumbrar a los conductores que circulen en sentido contrario.
- Guías, formada por dos luces blancas o amarillas en la parte delantera y otras dos rojas en la trasera, visibles de noche a una distancia mínima de 300m.
- Placa posterior de matrícula, que debe permitir leer la inscripción desde una distancia de 20m en tiempo claro. (p.28)

2.8.1 Importancia de los faros en el sistema de alumbrado

El sistema de iluminarias (faros, luces de giro, antiniebla y faros auxiliares) es imprescindible para transitar con seguridad en las ciudades y en rutas. Entre estos, los faros exigen muchos cuidados del conductor. (López & Dávila, 2011, p.30)

(López & Dávila, 2011) afirma que la preocupación con la calidad de iluminación de las vías sin generar molestias en otros conductores siempre estuvo presente, desde el inicio de su utilización, en el comienzo del siglo pasado, con el uso del acetileno y después el

uso de lámparas incandescentes comunes, hasta hoy, con las lámparas incandescentes halógenas, que tienen mayor vida útil y calidad.(p.30)

2.8.2 Clasificación de las luces de alumbrado

(Medina, 2004) menciona que las luces que forman parte en el vehículo de rally se clasifican, según la situación y misión concreta que cumple, se clasifican en:

- Luces de alumbrado y antiniebla: Alumbrado carretera (larga y cortas), faros antiniebla y piloto trasero antiniebla. Luces de posición y matrícula.
- Luces de maniobra: Luces indicadoras de dirección, luces e marcha atrás y freno.
- Luces especiales: Luces de emergencia.
- Luces interiores: Luces del tablero, luces de alumbrado interior y luces de control.

(p.33)

2.8.3 Luces de alumbrado y antiniebla

(Medina, 2004) menciona que en la parte delantera del vehículo se encuentran dos faros a una distancia sobre el suelo de 0.5 m que deben emitir un haz de luz asimétrica con dos proyecciones distintas una para la luz de cruce y la otra para la luz larga, ambas en carretera ello permite al piloto y copiloto disponer de la visibilidad suficiente, tanto para larga como corta distancia.(p.34)

2.8.4 Luces de maniobra

Las luces de maniobra son necesarias para poder avisar en una competencia tanto de día como de noche, a las otras tripulaciones de la carrera de las maniobras que se van a

efectuar, tales como cambio de dirección, frenar o ir marcha atrás y eliminar así las inevitables situaciones de peligro que se presentarían durante una competencia. (Medina, 2004, p.35)

2.8.5 Luces especiales

(Medina, 2004) afirma que las luces especiales o llamadas luces de emergencia es utilizada en caso de imprevistos mecánicos o de emergencia, está previsto para que sirva de señal a los de más vehículos de la competición que sigan, de que el vehículo está parado o averiado o bien apartado a un lado de la calzada, cuando el piloto acciona el interruptor del generador de destellos, las cuatro luces indicadoras de giro lanzarán destellos simultáneamente. (p.37)

2.8.6 Luces interiores

Entre las luces más importantes tenemos las del habitáculo, las luces que alumbran el tablero, indicadores de direccionales, luces de cruce, entre las principales que se pueden encontrar en un vehículo.

CAPÍTULO III

3 MARCO METODOLÓGICO: SELECCIÓN Y CÁLCULOS DEL SISTEMA MOTRIZ

3.1 Selección del tren de potencia

Para el tren de potencia mencionado anteriormente, seleccionamos el motor de combustión interna proporcionado por el fabricante Toyota, el motor 5R, muy conocido mundialmente por su versatilidad, sus varias aplicaciones, su facilidad de trabajo y manipulación. Para la caja de velocidades de igual manera del mismo fabricante mencionado anteriormente, en el caso de la caja de transferencia y los diferenciales se utilizaron los originales del Jeep Willys 1952, a continuación, se profundiza a detalle cada uno.

3.1.1 Motor

Como datos originales del vehículo marca Jeep, modelo Willis del año 1952, tenemos los siguientes proporcionados por el fabricante:

Tabla 1

Datos del motor CJ-3A

| MODELO DE MOTOR | CJ-3A L-HEAD |
|------------------------|---------------------------------|
| NUMERO DE CILINDROS | 4 |
| DIAMETRO | 79,37 mm |
| CARRERA | 111,12 mm |
| CILINDRADA | 2,2 litros |
| RELACION DE COMPRESION | 6,48:1 |
| PRESION DE COMPRESION | 100 psi [7 kg-cm ²] |
| POTENCIA MAXIMA | 60 HP @ 4000 rpm |

CONTINÚA



TORQUE MAXIMO A 2000 RPM 142 Nm [105 lb ft]

Fuente: (Jeep Corporation, 1965)

Para nuestro análisis se utilizó el motor del fabricante Toyota 5R, por su gran versatilidad para un sin número de aplicaciones:



Figura 23. Motor Toyota 5R

Tabla 2

Datos del motor Toyota 5R

| | |
|------------------------|---|
| MODELO DE MOTOR | 5R |
| TIPO | 4 CILINDROS EN LINEA, 4 TIEMPOS O.H.V. |
| DIAMETRO | 88 mm |
| CARRERA | 82 mm |
| CILINDRADA | 1,994 cc |
| RELACION DE COMPRESION | 8:1 |
| PRESION DE COMPRESION | 156 PSI [11 kg-cm ²] |
| POTENCIA MAXIMA | 95 HP @ 5000 rpm |

CONTINÚA


TORQUE MAXIMO A 3000 RPM 150 Nm [110,7 lb ft]

Fuente: (Toyota Motor CO., 1969)

3.1.2 Caja de cambios

Para el adecuado emparejamiento del motor a la caja de cambios adaptada se decidió por optar con la caja de velocidades del mismo conjunto Toyota 5R

Tabla 3

Datos de la caja de cambios del Jeep Willys 1952

| | |
|-------------------------------|--|
| MODELO | CJ-2A, CJ-3A, CJ-3B, CJ-5, CJ-6 |
| MARCA | WARNER |
| MODELO | T90C |
| TIPO | Engranés sincronizados |
| LOCALIZACION DEL SELECTOR | En el piso |
| VELOCIDADES | 3 hacia delante, 1 hacia atrás |
| RELACION DE TRANSMISION: 1ERA | 2,798 a 1 |
| RELACION DE TRANSMISION: 2DA | 1,551 a 1 |
| RELACION DE TRANSMISION: 3ERA | 1,000 a 1 |
| RELACION DE TRANSMISION: | 3,798 a 1 |
| REVERSA | |

Fuente: (Jeep Corporation, 1965)

Tabla 4

Datos de la caja de cambios para el motor Toyota 5R

| | |
|---------------|-----------|
| MODELO | 5R |
| MARCA | TOYOTA |
| MODELO | R54 |

CONTINÚA



| | |
|-------------------------------|-----------------------------------|
| TIPO | Engranés sincronizados |
| LOCALIZACION DEL SELECTOR | En el piso |
| VELOCIDADES | 4 hacia delante, 1 hacia atrás |
| RELACION DE TRANSMISION: 1ERA | 5,235 a 1 |
| RELACION DE TRANSMISION: 2DA | 3,111 a 1 |
| RELACION DE TRANSMISION: 3ERA | 1,676 a 1 |
| RELACION DE TRANSMISION: 4TA | 1,000 a 1 |
| RELACION DE TRANSMISION: | 5,278 a 1 |
| REVERSA | |

Fuente: (Toyota Motor CO., 1969)

3.1.3 Caja de transferencia

En el caso, la caja de transferencia debía ser la misma que el Jeep Willys original, y aquí se desencadenara la adaptación de la misma a la nueva transmisión del Toyota 5R de 4 velocidades.



Figura 24. Caja de transferencia original Willys 1952

Tabla 5

Datos de la caja de transferencia del Jeep Willys 1952

| TRANSFER CASE | ALL MODELS |
|------------------------------|------------|
| MARCA | SPICER |
| MODELO | 18 |
| LOCALIZACION DEL SELECTOR | EN EL PISO |
| RELACION DEL ENGRANAJE: HIGH | 1,00 A 1 |
| RELACION DEL ENGRANAJE: LOW | 2,46 A 1 |

Fuente: (Jeep Corporation, 1965)

3.1.4 Diferenciales

Para el conjunto de diferenciales contamos con una relación de cono-corona de 44 y 9 dientes respectivamente, tanto el diferencial delantero como trasero, son los originales del Jeep Willys 1952 y fue utilizado el mismo para nuestro proyecto, dicha relación de transmisión para el conjunto de diferenciales nos da una relación de transmisión de 4,89.



Figura 25. Diferencial trasero original Willys 1952



Figura 26. Diferencial delantero original Willys 1952

3.2 Análisis de la caja de transferencia.

La caja de transferencia, juega un papel crucial al momento de adaptar el nuevo tren motriz a nuestro Willys, tomamos la decisión de usar la misma caja de transferencia original, ahora adaptamos esta caja a la nueva transmisión, es decir a la caja de velocidades que viene con el Toyota 5R, esta caja de velocidades posee una marcha adicional y con relaciones de transmisión más altas, para, obviamente mejorar las prestaciones de nuestro nuevo Jeep Willys, ahora, claro está que la nueva caja de cambios con la caja de transferencia original no van a calzar perfectamente, entonces debemos hacer una adaptación, para poder juntar dichas partes de la transmisión, este proceso se realizó en un torno para optimizar los recursos.



Figura 27. Fabricación del acople Caja de cambios-caja de transferencia

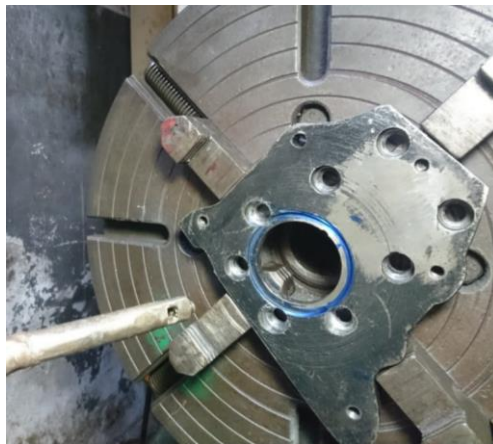


Figura 28. Fabricación de acople montado en torno

Con la fabricación de esta pieza, pudimos unir adecuada y óptimamente la caja de velocidades del Toyota 5R con la caja de transferencia original del Jeep Willys de 1952, así obtuvimos un acople adecuado entre ambos componentes del sistema motriz del nuevo Willys.



Figura 29. Acople montado en la caja de cambios



Figura 30. Acople montado entre el transfer y la caja de cambios

3.3 Cálculos de velocidad del vehículo

3.3.1 Sistema motriz original

Tabla 6

Especificaciones motor CJ-3A

| | |
|------------------------|-------------------------|
| MODELO DE MOTOR | CJ-3A L-HEAD |
| POTENCIA MAXIMA | 60 HP @ 4000 rpm |

CONTINÚA


TORQUE MAXIMO A 2000 142 Nm [105 lb ft]

RPM

Fuente: (Jeep Corporation, 1965)

Tabla 7

Relaciones de transmisión caja de cambios del Jeep Willys 1952

| MODELO | CJ-2A, CJ-3A, CJ-3B, CJ-5, CJ-6 |
|-------------------------------|---------------------------------|
| RELACION DE TRANSMISION: 1ERA | 2,798 a 1 |
| RELACION DE TRANSMISION: 2DA | 1,551 a 1 |
| RELACION DE TRANSMISION: 3ERA | 1,000 a 1 |
| RELACION DE TRANSMISION: | 3,798 a 1 |
| REVERSA | |

Fuente: (Jeep Corporation, 1965)

Potencia máxima => 60 HP a 4000 rpm

Torque máximo => 142 Nm a 2000 rpm

a) 1era velocidad

relación de transmisión: 2,798 a 1

$$\frac{4000 \text{ rpm}}{2,798} = 1429,59 \text{ rpm}$$

relación de transmisión del diferencial: 4,89 a 1

$$\frac{1429,59 \text{ rpm}}{4,89} = 292,35 \text{ rpm}$$

detalle del neumático: 235/75 R15

$$V = \omega * R$$

$$V = \left(292,35 \frac{rev}{min} * \frac{2\pi rad}{1 rev} \right) * \left(0,235 m * \frac{75}{100} + \frac{15 * 0,0254 m}{2} \right)$$

$$V = (1836,89) * (0,36675)$$

$$V = 673,68 \frac{m}{min} * \frac{60 min}{1 hora} * \frac{1 km}{1000 m}$$

$$V = 40,42 \frac{km}{h}$$

b) 1era velocidad, caja de transferencia high

relación de transmisión: 2,798 a 1

$$\frac{4000 rpm}{2,798} = 1429,59 rpm$$

relación de transmisión de la caja de transferencia: 1 a 1

relación de transmisión de los diferenciales: 4,89 a 1

$$\frac{1429,59 rpm}{2(4,89)} = 146,17 rpm$$

detalle del neumático: 235/75 R15

$$V = \omega * R$$

$$V = \left(146,17 \frac{rev}{min} * \frac{2\pi rad}{1 rev} \right) * \left(0,235 m * \frac{75}{100} + \frac{15 * 0,0254 m}{2} \right)$$

$$V = (918,44) * (0,36675)$$

$$V = 336,84 \frac{m}{min} * \frac{60 min}{1 hora} * \frac{1 km}{1000 m}$$

$$V = 20,21 \frac{km}{h}$$

c) 1era velocidad, caja de transferencia low

relación de transmisión: 2,798 a 1

$$\frac{4000 \text{ rpm}}{2,798} = 1429,59 \text{ rpm}$$

relación de transmisión de la caja de transferencia: 2,46 a 1

$$\frac{1429,59 \text{ rpm}}{2,46} = 581,13 \text{ rpm}$$

relación de transmisión de los diferenciales: 4,89 a 1

$$\frac{581,13 \text{ rpm}}{2(4,89)} = 59,42 \text{ rpm}$$

detalle del neumático: 235/75 R15

$$V = \omega * R$$

$$V = \left(59,42 \frac{\text{rev}}{\text{min}} * \frac{2\pi \text{ rad}}{1 \text{ rev}} \right) * \left(0,235 \text{ m} * \frac{75}{100} + \frac{15 * 0,0254 \text{ m}}{2} \right)$$

$$V = (373,35) * (0,36675)$$

$$V = 136,93 \frac{\text{m}}{\text{min}} * \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ hora}} * \frac{1 \text{ km}}{1000 \text{ m}}$$

$$V = 8,22 \frac{km}{h}$$

d) 2da velocidad

relación de transmisión: 1,551 a 1

$$\frac{4000 \text{ rpm}}{1,551} = 2578,98 \text{ rpm}$$

relación de transmisión del diferencial: 4,89 a 1

$$\frac{2578,98 \text{ rpm}}{4,89} = 527,39 \text{ rpm}$$

detalle del neumático: 235/75 R15

$$V = \omega * R$$

$$V = \left(527,39 \frac{\text{rev}}{\text{min}} * \frac{2\pi \text{ rad}}{1 \text{ rev}} \right) * \left(0,235 \text{ m} * \frac{75}{100} + \frac{15 * 0,0254 \text{ m}}{2} \right)$$

$$V = 3313,75 * 0,36675$$

$$V = 1215,32 \frac{\text{m}}{\text{min}} * \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ hora}} * \frac{1 \text{ km}}{1000 \text{ m}}$$

$$V = 72,92 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

e) 2da velocidad, caja de transferencia high

relación de transmisión: 1,551 a 1

$$\frac{4000 \text{ rpm}}{1,551} = 2578,98 \text{ rpm}$$

relación de transmisión de la caja de transferencia: 1 a 1

relación de transmisión de los diferenciales: 4,89 a 1

$$\frac{2578,98 \text{ rpm}}{2(4,89)} = 263,7 \text{ rpm}$$

detalle del neumático: 235/75 R15

$$V = \omega * R$$

$$V = \left(263,7 \frac{rev}{min} * \frac{2\pi rad}{1 rev} \right) * \left(0,235 m * \frac{75}{100} + \frac{15 * 0,0254 m}{2} \right)$$

$$V = (1656,87) * (0,36675)$$

$$V = 607,66 \frac{m}{min} * \frac{60 min}{1 hora} * \frac{1 km}{1000 m}$$

$$V = 36,46 \frac{km}{h}$$

f) 2da velocidad, caja de transferencia low

relación de transmisión: 1,551 a 1

$$\frac{4000 rpm}{1,551} = 2578,98 rpm$$

relación de transmisión de la caja de transferencia: 2,46 a 1

$$\frac{2578,98 rpm}{2,46} = 1048,37 rpm$$

relación de transmisión de los diferenciales: 4,89 a 1

$$\frac{1048,37 rpm}{2(4,89)} = 107,19 rpm$$

detalle del neumático: 235/75 R15

$$V = \omega * R$$

$$V = \left(107,19 \frac{rev}{min} * \frac{2\pi rad}{1 rev} \right) * \left(0,235 m * \frac{75}{100} + \frac{15 * 0,0254 m}{2} \right)$$

$$V = (673,53) * (0,36675)$$

$$V = 247,02 \frac{m}{min} * \frac{60 min}{1 hora} * \frac{1 km}{1000 m}$$

$$V = 14,82 \frac{km}{h}$$

g) 3era velocidad

relación de transmisión: 1,000 a 1

$$\frac{4000 rpm}{1,000} = 4000 rpm$$

relación de transmisión del diferencial: 4,89 a 1

$$\frac{4000 rpm}{4,89} = 817,99 rpm$$

detalle del neumático: 235/75 R15

$$V = \omega * R$$

$$V = \left(817,99 \frac{rev}{min} * \frac{2\pi rad}{1 rev} \right) * \left(0,235 m * \frac{75}{100} + \frac{15 * 0,0254 m}{2} \right)$$

$$V = 5139,63 * 0,36675$$

$$V = 1884,96 \frac{m}{min} * \frac{60 min}{1 hora} * \frac{1 km}{1000 m}$$

$$V = 113,1 \frac{km}{h}$$

h) Reversa

relación de transmisión: 3,798 a 1

$$\frac{4000 rpm}{3,798} = 1053,18 rpm$$

relación de transmisión del diferencial: 4,89 a 1

$$\frac{1053,18 \text{ rpm}}{4,89} = 215,38 \text{ rpm}$$

detalle del neumático: 235/75 R15

$$V = \omega * R$$

$$V = \left(215,38 \frac{\text{rev}}{\text{min}} * \frac{2\pi \text{ rad}}{1 \text{ rev}} \right) * \left(0,235 \text{ m} * \frac{75}{100} + \frac{15 * 0,0254 \text{ m}}{2} \right)$$

$$V = 1353,25 * 0,36675$$

$$V = 496,30 \frac{\text{m}}{\text{min}} * \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ hora}} * \frac{1 \text{ km}}{1000 \text{ m}}$$

$$V = 29,78 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

i) Reversa, caja de transferencia high

relación de transmisión: 3,798 a 1

$$\frac{4000 \text{ rpm}}{3,798} = 1053,19 \text{ rpm}$$

relación de transmisión de la caja de transferencia: 1 a 1

relación de transmisión de los diferenciales: 4,89 a 1

$$\frac{1429,59 \text{ rpm}}{2(4,89)} = 107,69 \text{ rpm}$$

detalle del neumático: 235/75 R15

$$V = \omega * R$$

$$V = \left(107,69 \frac{rev}{min} * \frac{2\pi rad}{1 rev}\right) * \left(0,235 m * \frac{75}{100} + \frac{15 * 0,0254 m}{2}\right)$$

$$V = (676,62) * (0,36675)$$

$$V = 248,15 \frac{m}{min} * \frac{60 min}{1 hora} * \frac{1 km}{1000 m}$$

$$V = 14,89 \frac{km}{h}$$

j) Reversa, caja de transferencia low

relación de transmisión: 3,798 a 1

$$\frac{4000 rpm}{3,798} = 1053,19 rpm$$

relación de transmisión de la caja de transferencia: 2,46 a 1

$$\frac{1053,19 rpm}{2,46} = 428,12 rpm$$

relación de transmisión de los diferenciales: 4,89 a 1

$$\frac{428,12 rpm}{2(4,89)} = 43,76 rpm$$

detalle del neumático: 235/75 R15

$$V = \omega * R$$

$$V = \left(43,76 \frac{rev}{min} * \frac{2\pi rad}{1 rev}\right) * \left(0,235 m * \frac{75}{100} + \frac{15 * 0,0254 m}{2}\right)$$

$$V = (275,05) * (0,36675)$$

$$V = 100,87 \frac{m}{min} * \frac{60 min}{1 hora} * \frac{1 km}{1000 m}$$

$$V = 6,05 \frac{km}{h}$$

3.3.2 Nuevo sistema motriz

Tabla 8

Especificaciones del motor Toyota 5R

| MODELO DE MOTOR | 5R |
|--------------------------|----------------------|
| POTENCIA MAXIMA | 95 HP @ 5000 rpm |
| TORQUE MAXIMO A 3000 RPM | 150 Nm [110,7 lb ft] |

Fuente: (Toyota Motor CO., 1969)

Tabla 9

Datos de la caja de cambios para el motor Toyota 5R

| MODELO | 5R |
|----------------------------------|-----------|
| RELACION DE TRANSMISION: 1ERA | 5,235 a 1 |
| RELACION DE TRANSMISION: 2DA | 3,111 a 1 |
| RELACION DE TRANSMISION: 3ERA | 1,676 a 1 |
| RELACION DE TRANSMISION: 4TA | 1,000 a 1 |
| RELACION DE TRANSMISION: REVERSA | 5,278 a 1 |

Fuente: (Toyota Motor CO., 1969)

Potencia máxima => 44,2 Kw a 5500 rpm => 95 HP a 5000 rpm

Torque máximo => 9,6 da Nm a 3250 rpm = 150 Nm a 3000 rpm

a) 1era velocidad

relación de transmisión: 5,235 a 1

$$\frac{5000 \text{ rpm}}{5,235} = 955,11 \text{ rpm}$$

relación de transmisión del diferencial: 4,89 a 1

$$\frac{955,11 \text{ rpm}}{4,89} = 195,32 \text{ rpm}$$

detalle del neumático: 160/65 R13

$$V = \omega * R$$

$$V = \left(195,32 \frac{\text{rev}}{\text{min}} * \frac{2\pi \text{ rad}}{1 \text{ rev}} \right) * \left(0,16 \text{ m} * \frac{65}{100} + \frac{13 * 0,0254 \text{ m}}{2} \right)$$

$$V = 1227,22 * 0,36675$$

$$V = 450,09 \frac{\text{m}}{\text{min}} * \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ hora}} * \frac{1 \text{ km}}{1000 \text{ m}}$$

$$V = 27 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

b) 1era velocidad, caja de transferencia high

relación de transmisión: 5,235 a 1

$$\frac{5000 \text{ rpm}}{5,235} = 955,11 \text{ rpm}$$

relación de transmisión de la caja de transferencia: 1 a 1

relación de transmisión de los diferenciales: 4,89 a 1

$$\frac{955,11 \text{ rpm}}{2(4,89)} = 97,66 \text{ rpm}$$

detalle del neumático: 235/75 R15

$$V = \omega * R$$

$$V = \left(97,66 \frac{\text{rev}}{\text{min}} * \frac{2\pi \text{ rad}}{1 \text{ rev}} \right) * \left(0,235 \text{ m} * \frac{75}{100} + \frac{15 * 0,0254 \text{ m}}{2} \right)$$

$$V = (613,61) * (0,36675)$$

$$V = 225,04 \frac{\text{m}}{\text{min}} * \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ hora}} * \frac{1 \text{ km}}{1000 \text{ m}}$$

$$V = 13,5 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

c) 1era velocidad, caja de transferencia low

relación de transmisión: 5,235 a 1

$$\frac{5000 \text{ rpm}}{5,235} = 955,11 \text{ rpm}$$

relación de transmisión de la caja de transferencia: 2,46 a 1

$$\frac{955,11 \text{ rpm}}{2,46} = 388,26 \text{ rpm}$$

relación de transmisión de los diferenciales: 4,89 a 1

$$\frac{388,26 \text{ rpm}}{2(4,89)} = 39,69 \text{ rpm}$$

detalle del neumático: 235/75 R15

$$V = \omega * R$$

$$V = \left(39,69 \frac{\text{rev}}{\text{min}} * \frac{2\pi \text{ rad}}{1 \text{ rev}} \right) * \left(0,235 \text{ m} * \frac{75}{100} + \frac{15 * 0,0254 \text{ m}}{2} \right)$$

$$V = (249,44) * (0,36675)$$

$$V = 91,48 \frac{m}{min} * \frac{60 min}{1 hora} * \frac{1 km}{1000 m}$$

$$V = 5,49 \frac{km}{h}$$

d) 2da velocidad

relación de transmisión: 3,111 a 1

$$\frac{5000 rpm}{3,111} = 1607,2 rpm$$

relación de transmisión del diferencial: 4,89 a 1

$$\frac{1607,2 rpm}{4,89} = 328,67 rpm$$

detalle del neumático: 160/65 R13

$$V = \omega * R$$

$$V = \left(328,67 \frac{rev}{min} * \frac{2\pi rad}{1 rev} \right) * \left(0,16 m * \frac{65}{100} + \frac{13 * 0,0254 m}{2} \right)$$

$$V = 2065,10 * 0,36675$$

$$V = 757,38 \frac{m}{min} * \frac{60 min}{1 hora} * \frac{1 km}{1000 m}$$

$$V = 45,44 \frac{km}{h}$$

e) 2da velocidad, caja de transferencia high

relación de transmisión: 3,111 a 1

$$\frac{5000 rpm}{3,111} = 1607,2 rpm$$

relación de transmisión de la caja de transferencia: 1 a 1

relación de transmisión de los diferenciales: 4,89 a 1

$$\frac{1607,2 \text{ rpm}}{2(4,89)} = 164,34 \text{ rpm}$$

detalle del neumático: 235/75 R15

$$V = \omega * R$$

$$V = \left(164,34 \frac{\text{rev}}{\text{min}} * \frac{2\pi \text{ rad}}{1 \text{ rev}} \right) * \left(0,235 \text{ m} * \frac{75}{100} + \frac{15 * 0,0254 \text{ m}}{2} \right)$$

$$V = (1032,55) * (0,36675)$$

$$V = 378,69 \frac{\text{m}}{\text{min}} * \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ hora}} * \frac{1 \text{ km}}{1000 \text{ m}}$$

$$V = 22,72 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

f) 2da velocidad, caja de transferencia low

relación de transmisión: 3,111 a 1

$$\frac{5000 \text{ rpm}}{3,111} = 1607,2 \text{ rpm}$$

relación de transmisión de la caja de transferencia: 2,46 a 1

$$\frac{1607,2 \text{ rpm}}{2,46} = 653,33 \text{ rpm}$$

relación de transmisión de los diferenciales: 4,89 a 1

$$\frac{653,33 \text{ rpm}}{2(4,89)} = 66,80 \text{ rpm}$$

detalle del neumático: 235/75 R15

$$V = \omega * R$$

$$V = \left(66,80 \frac{rev}{min} * \frac{2\pi rad}{1 rev} \right) * \left(0,235 m * \frac{75}{100} + \frac{15 * 0,0254 m}{2} \right)$$

$$V = (419,74) * (0,36675)$$

$$V = 153,94 \frac{m}{min} * \frac{60 min}{1 hora} * \frac{1 km}{1000 m}$$

$$V = 9,24 \frac{km}{h}$$

g) 3era velocidad

relación de transmisión: 1,676 a 1

$$\frac{5000 rpm}{1,676} = 2983,29 rpm$$

relación de transmisión del diferencial: 4,89 a 1

$$\frac{2983,29 rpm}{4,89} = 610,08 rpm$$

detalle del neumático: 160/65 R13

$$V = \omega * R$$

$$V = \left(610,08 \frac{rev}{min} * \frac{2\pi rad}{1 rev} \right) * \left(0,16 m * \frac{65}{100} + \frac{13 * 0,0254 m}{2} \right)$$

$$V = 3833,26 * 0,36675$$

$$V = 1405,85 * \frac{m}{min} * \frac{60 min}{1 hora} * \frac{1 km}{1000 m}$$

$$V = 84,35 \frac{km}{h}$$

h) 4ta velocidad

relación de transmisión: 1,000 a 1

$$\frac{5000 \text{ rpm}}{1,000} = 5000 \text{ rpm}$$

relación de transmisión del diferencial: 4,89 a 1

$$\frac{5000 \text{ rpm}}{4,89} = 1022,5 \text{ rpm}$$

detalle del neumático: 160/65 R13

$$V = \omega * R$$

$$V = \left(1022,5 \frac{\text{rev}}{\text{min}} * \frac{2\pi \text{ rad}}{1 \text{ rev}} \right) * \left(0,16 \text{ m} * \frac{65}{100} + \frac{13 * 0,0254 \text{ m}}{2} \right)$$

$$V = 6424,54 * 0,36675$$

$$V = 2356,2 * \frac{\text{m}}{\text{min}} * \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ hora}} * \frac{1 \text{ km}}{1000 \text{ m}}$$

$$V = 141,37 \frac{km}{h}$$

i) Reversa

relación de transmisión: 5,278 a 1

$$\frac{5000 \text{ rpm}}{5,278} = 947,33 \text{ rpm}$$

relación de transmisión del diferencial: 4,89 a 1

$$\frac{947,33 \text{ rpm}}{4,89} = 193,73 \text{ rpm}$$

detalle del neumático: 160/65 R13

$$V = \omega * R$$

$$V = \left(193,73 \frac{\text{rev}}{\text{min}} * \frac{2\pi \text{ rad}}{1 \text{ rev}} \right) * \left(0,16 \text{ m} * \frac{65}{100} + \frac{13 * 0,0254 \text{ m}}{2} \right)$$

$$V = 1217,23 * 0,36675$$

$$V = 446,42 * \frac{\text{m}}{\text{min}} * \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ hora}} * \frac{1 \text{ km}}{1000 \text{ m}}$$

$$V = 26,79 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

j) Reversa, caja de transferencia high

relación de transmisión: 5,278 a 1

$$\frac{5000 \text{ rpm}}{5,278} = 947,33 \text{ rpm}$$

relación de transmisión de la caja de transferencia: 1 a 1

relación de transmisión de los diferenciales: 4,89 a 1

$$\frac{947,33 \text{ rpm}}{2(4,89)} = 96,86 \text{ rpm}$$

detalle del neumático: 235/75 R15

$$V = \omega * R$$

$$V = \left(96,86 \frac{\text{rev}}{\text{min}} * \frac{2\pi \text{ rad}}{1 \text{ rev}} \right) * \left(0,235 \text{ m} * \frac{75}{100} + \frac{15 * 0,0254 \text{ m}}{2} \right)$$

$$V = (608,61) * (0,36675)$$

$$V = 223,21 \frac{m}{min} * \frac{60 min}{1 hora} * \frac{1 km}{1000 m}$$

$$V = 13,39 \frac{km}{h}$$

k) Reversa, caja de transferencia low

relación de transmisión: 5,278 a 1

$$\frac{5000 rpm}{5,278} = 947,33 rpm$$

relación de transmisión de la caja de transferencia: 2,46 a 1

$$\frac{947,33 rpm}{2,46} = 385,1 rpm$$

relación de transmisión de los diferenciales: 4,89 a 1

$$\frac{385,1 rpm}{2(4,89)} = 39,38 rpm$$

detalle del neumático: 235/75 R15

$$V = \omega * R$$

$$V = \left(39,38 \frac{rev}{min} * \frac{2\pi rad}{1 rev} \right) * \left(0,235 m * \frac{75}{100} + \frac{15 * 0,0254 m}{2} \right)$$

$$V = (247,4) * (0,36675)$$

$$V = 90,74 \frac{m}{min} * \frac{60 min}{1 hora} * \frac{1 km}{1000 m}$$

$$V = 5,44 \frac{km}{h}$$

3.4 Cálculos de torque del vehículo

3.4.1 Sistema motriz original

a) 1era velocidad

relación de transmisión: 2,798 a 1

relación de transmisión del diferencial: 4,89 a 1

Torque máximo => 142 Nm a 2000 rpm

$$\text{Torque} = 2,798 * 4,89 * 142 \text{ Nm}$$

$$\text{Torque} = \mathbf{1942,88 \text{ Nm}}$$

b) 2da velocidad

relación de transmisión: 1,551 a 1

relación de transmisión del diferencial: 4,89 a 1

Torque máximo => 142 Nm a 2000 rpm

$$\text{Torque} = 1,551 * 4,89 * 142 \text{ Nm}$$

$$\text{Torque} = \mathbf{1076,98 \text{ Nm}}$$

c) 3era velocidad

relación de transmisión: 1,000 a 1

relación de transmisión del diferencial: 4,89 a 1

Torque máximo => 142 Nm a 2000 rpm

$$\text{Torque} = 1,000 * 4,89 * 142 \text{ Nm}$$

$$\text{Torque} = \mathbf{694,38 \text{ Nm}}$$

d) Reversa

relación de transmisión: 3,798 a 1

relación de transmisión del diferencial: 4,89 a 1

Torque máximo => 142 Nm a 2000 rpm

$$\text{Torque} = 3,798 * 4,89 * 142 \text{ Nm}$$

$$\text{Torque} = \mathbf{2637,26 \text{ Nm}}$$

3.4.2 Nuevo sistema motriz**a) 1era velocidad**

relación de transmisión: 5,235 a 1

relación de transmisión del diferencial: 4,89 a 1

Torque máximo => 150 Nm a 3000 rpm

$$\text{Torque} = 5,235 * 4,89 * 150 \text{ Nm}$$

$$\text{Torque} = \mathbf{3839,87 \text{ Nm}}$$

b) 2da velocidad

relación de transmisión: 3,111 a 1

relación de transmisión del diferencial: 4,89 a 1

Torque máximo => 150 Nm a 3000 rpm

$$\text{Torque} = 3,111 * 4,89 * 150 \text{ Nm}$$

$$\text{Torque} = \mathbf{2281,92 \text{ Nm}}$$

c) 3era velocidad

relación de transmisión: 1,676 a 1

relación de transmisión del diferencial: 4,89 a 1

Torque máximo => 150 Nm a 3000 rpm

$$\text{Torque} = 1,676 * 4,89 * 150 \text{ Nm}$$

$$\text{Torque} = \mathbf{1229,35 \text{ Nm}}$$

d) 4ta velocidad

relación de transmisión: 1,000 a 1

relación de transmisión del diferencial: 4,89 a 1

Torque máximo => 150 Nm a 3000 rpm

$$\text{Torque} = 1,000 * 4,89 * 150 \text{ Nm}$$

$$\text{Torque} = \mathbf{733,5 \text{ Nm}}$$

e) Reversa

relación de transmisión: 5,278 a 1

relación de transmisión del diferencial: 4,89 a 1

Torque máximo => 150 Nm a 3000 rpm

$$\text{Torque} = 5,278 * 4,89 * 150 \text{ Nm} = \mathbf{3871,41 \text{ Nm}}$$

CAPÍTULO IV

4 IMPLEMENTACIÓN, PRUEBAS DEL SISTEMA MOTRIZ Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 Implementación del sistema motriz

4.1.1 Preparación del chasis

Para la preparación del chasis, utilizamos el original del Willis 1952, lo pulimos a fondo, sacamos el óxido que poseía en algunos sectores del mismo, luego lijar, luego a color el fondo, y pintura posterior. Así garantizamos que la estructura, tenga una protección y asegure una vida útil óptima y prolongada.



Figura 31. Limpieza del chasis

Luego de la limpieza, procedimos a la retirada del óxido, había temor por encontrarse con óxido dentro de la estructura, y puedan afectar al desempeño del vehículo en general. Posteriormente pulimos el chasis, y así quitamos cualquier residuo de óxido como de suciedad, así podremos aplicar fondo y pintura sin temor alguno.



Figura 32. Pulida a fondo y limpieza del óxido



Figura 33. Aplicación del fondo

Ya que, con el chasis preparado y libre de óxido, procedimos a la lijada y aplicación de un fondo, para optimizar la estructura, asegurar también que se impermeabilice obviamente para alargar la vida útil lo máximo posible.



Figura 34. Aplicación de pintura

Finalmente aplicamos la pintura en negro mate, con este proceso hemos garantizado que la estructura quede libre de imperfecciones, fisuras, oxidación y así tenemos un chasis en perfectas condiciones para la correcta adecuación del nuevo sistema motriz.



Figura 35. Chasis correctamente preparado

4.1.2 Implementación de la suspensión y los diferenciales.

La suspensión del Jeep es por ballestas, limpiamos bien y quitamos el óxido de algunas de las hojas del paquete que se puedan rescatar, reemplazamos las demás por nuevas y posteriormente las colocamos en conjunto para colocar al chasis.

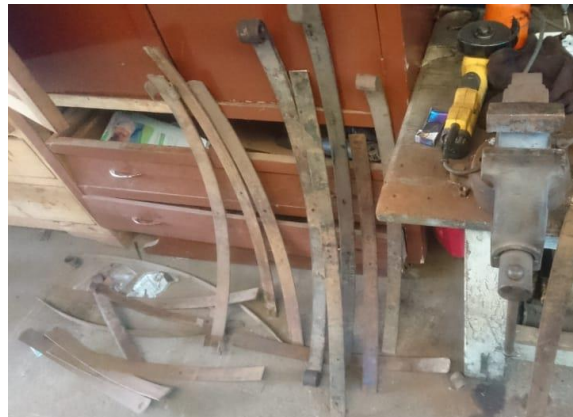


Figura 36. Limpieza de las hojas del paquete de ballestas



Figura 37. Paquete de ballestas restaurado



Figura 38. Colocación de bujes y ballestas al chasis

Armados los nuevos paquetes de ballestas restaurados, procedemos a colocar al chasis, seguidamente procedemos a colocar los diferenciales delanteras y diferencial trasero.



Figura 39. Chasis con el paquete de ballestas y diferencial colocado

Paralelamente tanto el diferencial delantero y diferencial trasero, fueron limpiados, pulidos y pintados, para juntarse al chasis de manera óptima como podemos ver en la figura 40 y 41.



Figura 40. Diferencial delantero unido a la suspensión



Figura 41. Diferencial trasero unido a la suspensión



Figura 42. Conjunto terminado con los componentes mencionados anteriormente

Cabe mencionar que utilizamos neumáticos de numeración 235/75 R15



Figura 43. Neumático utilizado 235/75 R15

4.1.3 Colocación del motor en el chasis

Para la adaptación de las bases del motor, se tuvieron que fabricar soportes nuevos para que el motor asiente en sus bases adecuadamente, y las vibraciones del motor no sean transmitidas en exceso al chasis.



Figura 44. Adaptación de las bases del motor en el chasis

Posteriormente se instaló el motor, para de esta manera comprobar que haya calzado en su lugar, y para continuar con las siguientes adaptaciones para que todo el sistema motriz pueda estar en su lugar más óptimo.



Figura 45. Asentando el motor en las nuevas bases



Figura 46. Motor instalado en el chasis

4.1.4 Colocación del conjunto motor, caja de cambios y caja de transferencia

Una vez instalador la suspensión, los diferenciales, y realizadas las bases del motor, empezamos con la implementación de las demás partes del sistema motriz, vamos a realizar las bases para la caja de cambios, la caja de transferencia, armaremos todo el conjunto primero, para comprobar que todo esté en orden, y verificando que la placa para unir la caja de transferencia con la de cambios, este en el lugar preciso para que todo el conjunto este armonioso.



Figura 47. Placa adaptadora montada en la caja de cambios

Como ya mencionamos en el apartado 3.2 sobre el análisis de la caja de transferencia, al ser la original del Jeep Willys 1952, y la nueva caja de cambios del Toyota 5R, fue necesario fabricar una placa para adaptar los mencionados componentes, y que su sujeción sea la adecuada para el tipo de trabajo que va a realizar, la placa se puede ver en la figura 47, montada en la caja de cambios y en la figura 48 montado entre la caja de cambios y la caja de transferencia



Figura 48. Placa adaptadora colocada entre la caja de cambios y transferencia



Figura 49. Conjunto caja de cambios y transferencia armado

Seguidamente al haber unido la caja de transferencia y la caja de cambios, con la respectiva placa fabricada, podremos unir a ahora todo este conjunto al motor, y tener una perspectiva más amplia del nuevo sistema motriz implementado.



Figura 50. Motor, caja de cambios y caja de transferencia unidos

Hemos unido el conjunto anteriormente mencionado, y comprobamos que todo coincide en su lugar, ahora ya comprobado, podemos ponerlo en el chasis, adicionalmente tuvimos que adaptar una nueva base para la caja de transferencia.



Figura 51. Base para la caja de transferencia



Figura 52. Motor, caja de cambios y caja de transferencia unidos al chasis

Como podemos observar en la figura 52 el conjunto ha quedado acoplado perfectamente y todo empieza a tomar forma. Continuamos con el armado de los cardanes delantero y trasero.



Figura 53. Cardán delantero



Figura 54. Cardán trasero

Finalmente podemos tener una vista y una apreciación más amplia del todo el sistema motriz, montado perfectamente en el chasis, todo se armó como un rompecabezas perfecto, paralelamente soldamos la mascarilla del Jeep Willys para darte un valor agregado aún mejor.



Figura 55. Sistema motriz implementado en el chasis



Figura 56. Todo el conjunto visto desde el frente

4.2 Adaptación de sistemas auxiliares

4.2.1 Adaptación de sujeciones para el radiador

Para que el radiador tenga una base sólida en la estructura, se realizaron soportes a la medida, para que este quede en una posición adecuada, esto asegura que todo el motor este protegido, aseguramos así que el radiador reciba el aire necesario del frente del vehículo, con esto evitaremos daños innecesarios a largo plazo del motor Toyota 5R.



Figura 57. Base para el radiador



Figura 58. Segunda base para el radiador



Figura 59. Radiador instalado con sus bases

4.2.2 Dirección

Para la dirección utilizamos la del Isuzu Trooper, la colocamos al frente, junto a la mascarilla del vehículo.



Figura 60. Instalación de la dirección

Tuvimos que sostener la estructura de la dirección junto a la mascarilla, a un costado del chasis, así aseguramos una buena fijación y que pueda funcionar sin interrupciones, ni cerca de otros componentes que puedan afectar a la dicha dirección.



Figura 61. Dirección situada al frente y fijada al chasis

Seguidamente se colocó la columna de dirección, hicimos un agujero en la carrocería para que pueda pasar sin problemas, para unirse con el conjunto piñón-cremallera, añadimos una placa alrededor de la columna de dirección para no dejar espacios libres, entre la columna de dirección y la carrocería.



Figura 62. Instalación de la columna de dirección

4.2.3 Frenos

Para la implementación de los frenos, originalmente el Jeep Willys contaba con tambores en las 4 ruedas, entonces optamos por usar frenos de discos en las 2 ruedas delanteras, para obtener una menor distancia de frenado y optar por más seguridad. En su lugar se reemplazaron los frenos de tambor delanteros del Jeep Willys.



Figura 63. Frenos de disco delanteros

Cabe mencionar que usamos discos del vehículo Vitara 3P clásico, para la adaptación en nuestro Jeep Willys de 1952.



Figura 64. Frenos provenientes del Vitara clásico

Para los tambores, al ser del Jeep original, los restauramos y lo dejamos en condiciones de operación.



Figura 65. Frenos de tambor del Jeep original

Finalmente colocamos los discos delanteros y tambores posteriores, después de la restauración, limpieza de los mismos, procedimos a montarlos en sus manzanas respectivas, y luego colocar los neumáticos correspondientes.



Figura 66. Frenos, manzanas y neumáticos en conjunto

a) Cañerías

Luego de la instalación de los frenos, continuamos paralelamente con las cañerías de los frenos, las cuales son de acero inoxidable, para asegurar una vida útil prolongada.



Figura 67. Tuberías de freno, alrededor del diferencial trasero

Tuvimos que ir adaptando, maniobrando con las cañerías para ir alrededor de los componentes que se encuentran antes de llegar a los cilindros que accionan las pastillas en caso de los discos, o a los cilindros que retiran las zapatas de los discos, en el caso de los frenos traseros de tambores.



Figura 68. Colocación de tuberías del líquido de frenos



Figura 69. Instalación de tubería de freno finalizada, en un tambor posterior

b) Servofreno

Para completar todo el sistema de frenos, necesitamos adaptar el servofreno de igual manera, colocamos dicho elemento, luego de haber colocado todas las tuberías respectivas, tanto en los frenos de disco delanteros, como en los frenos de tambor en parte de atrás del Jeep.



Figura 70. Instalación del servofreno

4.2.4 Otros

a) Bomba de accionamiento de embrague

También procedimos a colocar la bomba del embrague, esta es hidráulica, y asegura un accionamiento suave y preciso, así habrá cambios de velocidades más suaves y con mucho menos esfuerzo, esto garantiza un manejar muy ameno.



Figura 71. Instalación de la bomba del accionamiento del embrague

b) Pedales

También adaptamos pedales nuevos, los del Jeep original se encontraban en pésimas condiciones, y fabricamos unos nuevos, con la altura y separación adecuada, así mantenemos un óptimo manejo.



Figura 72. Adaptación e instalación de pedales de freno, acelerador y embrague

4.3 Implementación del sistema eléctrico

Finalmente, y no menos importante es la instalación eléctrica, ya que una buena instrumentación nos ayuda con seguridad activa en el automotor, aseguramos un andar confortable sin peligros, también son requisitos básicos para que el vehículo sea matriculado y pueda circular en las calles sin ningún tipo de inconveniente.

Empezamos con la instalación de las luces de todo el vehículo, comenzando con las luces direccionales.



Figura 73. Luces direccionales instaladas en el Jeep Willys

Paralelamente instalamos los mandos de las luces direccionales, y obviamente las luces de estacionamiento, este mando está situado junto a la columna de dirección en el habitáculo del vehículo, muy cerca del salpicadero



Figura 74. Mando de luces direccionales y de estacionamiento

Continuamos con la instalación de los fatos delanteros, estos son circulares para mantener la línea de diseño, característica fundamental, ya que hace juego perfecto con la mascarilla del Jeep original Willys, estos faros son identidad que no se puede perder.



Figura 75. Instalación de los faros delanteros

Continuamos con las instalaciones, pero ahora de los faros posteriores, estos de igual manera conservamos los originales, para darte ese toque de la época de los 50's.



Figura 76. Faros posteriores instalados en el Jeep Willys 1952

Entre otros elementos del sistema eléctrico, tenemos también componentes del sistema de encendido, que son primordiales para el funcionar armonioso del nuevo Jeep, este caso puntual tenemos el interruptor de encendido, colocado cerca del a columna de dirección, pero esta vez instalado en el salpicadero del auto, este elemento es clave, para habilitar la energía eléctrica al vehículo, como para detenerla y también para el encendido del vehículo.



Figura 77. Switch de encendido instalado en el salpicadero

También un elemento de suma importancia es la caja de fusibles ya que asegura que, si algún circuito recibe una intensidad de corriente fuera de los rangos, podamos proteger nuestros circuitos de algún daño inesperado.

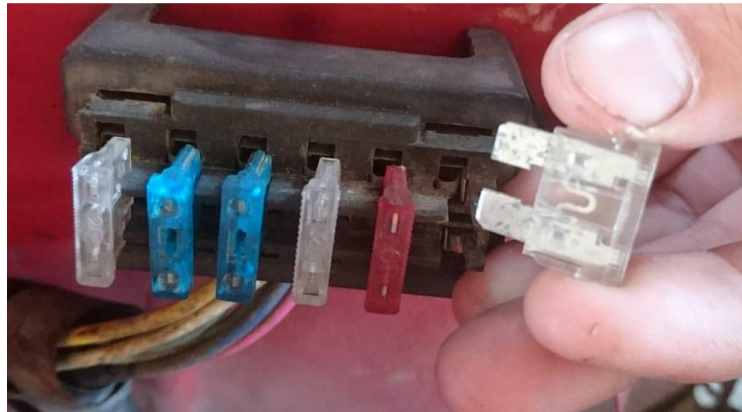


Figura 78. Instalación de la caja de fusibles

Debemos tener en cuenta que un claxon es indispensable para la seguridad pasiva del vehículo, como podemos ver en a la siguiente figura.



Figura 79. Instalación del claxon

Continuando con otros elementos eléctricos, mencionamos algunos de los componentes instalados del sistema de encendido, instalamos el relay que regula corriente que sale del alternador, para carga la batería.



Figura 80. Instalación del relay

En cuanto al alternador, cambiamos los carbones y las escobillas, para que esté en condiciones de operación, envíe corriente adecuada al relay para cargar la batería.



Figura 81. Alternador

Al distribuidor le cambiamos los platinos, y pusimos nuevos cables de bujía, incluido el cable que viene desde la bobina de encendido.



Figura 82. Distribuidor reparado y cables de bujías nuevos

Continuando con los elementos del sistema de encendido, la bobina, la sustituimos por una nueva, verificamos que no haya ningún tipo de fuga de corriente.



Figura 83. Bobina de encendido

Al igual que al alternador, el motor de arranque también tuvo que ser reconstruido, cambiamos el automático, de igual manera el vendix.



Figura 84. Motor de arranque reconstruido e instalado

4.4 Carrocería y pintura

Sin duda, la parte visual siempre tendrá mucha incidencia, ya que es lo que primero nos fijamos, en nuestro proyecto no debía ser de otra manera, así que nos aseguramos de que en acabados de chapa y pintura sea impecable, empezamos por seleccionar las planchas de tool, para luego ir a la maquina dobladora, y obtener las piezas más grandes, como también las que no pudimos salvar, ya que muchas piezas y sectores de la cabina del Jeep original estaban muy oxidadas o pésimas condiciones.



Figura 85. Planchas de tool



Figura 86. Máquina dobladora

Paralelamente se analizó las partes que se podían salvar de la cabina, se retiró el óxido que se encontraba, para poder soldar partes de metal nuevas.



Figura 87. Restauración de la cabina

Ya con las partes libres de óxido y soldaduras en dichas partes, podemos empezar a pulir y colocar las partes nuevas de la carrocería, instalamos la cabina y el salpicadero.



Figura 88. Instalación de la cabina restaurada

Seguidamente instalamos los guardabarras delanteros, previamente, restaurando las partes oxidadas y soldando partes de metal nuevas.



Figura 89. Colocación de guardabarras

Continuamos con la colocación del capo, lijamos y aplicamos masilla en algunos sectores con fallas, para asegurar que todos los componentes se una dentro de sus tolerancias.



Figura 90. Colocación del capo y masilla en fallas

Al terminar prácticamente toda la cabina, nos encargamos del panel de instrumentos, cogimos fallas, lijamos y lo dejamos listo para la pintura.



Figura 91. Restauración del salpicadero

Instalamos el parabrisas, y preparamos toda la carrocería, eliminando todas las fallas que se encuentren, dejando listo para pintar toda la cabina.



Figura 92. Colocación del parabrisas y preparación para la pintura

Finalmente, pero no menos importante, realizamos la pintura de toda la carrocería, y podemos tener una imagen final del proyecto terminado, optamos por colores de la época de los 50's, para mantener la originalidad del vehículo, manteniéndolo en el tiempo a pesar de los años.



Figura 93. Jeep Willys 1952 terminado

4.5 Prueba de consumo de combustible

Para la prueba de ruta, utilizamos los dos Jeep, el Willys original de 1952 y lo comparamos con el nuevo con el sistema motriz implementado del Toyota 5R, Tomamos como referencia los datos del fabricante para el motor CJ-3^a

Tabla 10

Datos de consumo del motor CJ-3A

| | |
|-------------------------------|--------------------------|
| MODELO DE MOTOR | CJ-3A L-HEAD |
| NUMERO DE CILINDROS | 4 |
| CILINDRADA | 2,2 litros |
| RELACION DE COMPRESION | 6,48:1 |
| CONSUMO DE COMBUSTIBLE | 28,5 KM POR GALON |
| POTENCIA MAXIMA | 60 HP @ 4000 rpm |
| TORQUE MAXIMO A 2000 RPM | 142 Nm [105 lb ft] |

Fuente: (Jeep Corporation, 1965)

Hicimos las pruebas de ruta con el Jeep Willys de 1952 y efectivamente nos da 28 a 29 kilómetros por galón de combustible, ahora tendremos que hacer lo mismo con el nuevo Jeep con el sistema motriz Toyota 5R.



Figura 94. Prueba de consumo en el Jeep Willys original



Figura 95. Prueba de consumo de combustible en el Willys 1952

Realizamos la misma prueba de ruta, para medir el consumo del combustible, la mejora es notable, ahora tenemos un menor consumo, nos da 37 a 38 kilómetros por galón, con el nuevo sistema motriz Toyota 5R.



Figura 96. Prueba de consumo con el sistema motriz Toyota 5R



Figura 97. Prueba de consumo de combustible con el nuevo sistema motriz

4.6 Análisis de resultados obtenidos

Para el análisis de resultados compararemos, los cálculos de velocidad, cálculos de torque del vehículo y la prueba de consumo de combustible.

Tabla 11*Análisis de cálculos de velocidad*

| NUMERO DE VELOCIDAD | SISTEMA MOTRIZ ORIGINAL [km/h] | NUEVO SISTEMA MOTRIZ [km/h] | Incremento [%] |
|---------------------|--------------------------------|-----------------------------|----------------|
| 1 era | 40,42 | 27 | -33,2 |
| 2 da | 72,92 | 45,44 | -37,69 |
| 3 era | 113,1 | 84,35 | -25,42 |
| 4 ta | - | 141,37 | + 25 |
| Reversa | 29,78 | 26,79 | -10 |

Como podemos observar en la tabla 11, el incremento de la velocidad es notable, obtenemos una mejora del 25% en velocidades, cabe mencionar que si analizamos cada marcha tenemos un decremento en cada una de ellas, excepto en la 4ta marcha, ya que la caja original es de 3 velocidades, es una caja de velocidades larga, es decir con cambios largos, en contraste con la nueva caja de cambios del Toyota 5R, esta caja de velocidades posee 4 marchas y así obtenemos la mejora notable.

También hay que mencionar, que tenemos una pérdida del 10% en marcha hacia atrás, en términos de velocidad.

Tabla 12*Análisis de cálculos de torque*

| NUMERO DE VELOCIDAD | SISTEMA MOTRIZ ORIGINAL [Nm] | NUEVO SISTEMA MOTRIZ [Nm] | Incremento [%] |
|---------------------|------------------------------|---------------------------|----------------|
| 1 era | 1942,88 | 3839,87 | 97 |
| 2 da | 1076,98 | 2281,92 | 111 |
| 3 era | 694,38 | 1229,35 | 77 |
| 4 ta | - | 733,5 | 5,6 |
| Reversa | 2637,26 | 3871,41 | 46,8 |

Como podemos analizar los resultados en la tabla anterior, claramente vemos como la mejora es notable, cabe mencionar que, si analizamos velocidad por velocidad,

el aumento es muy alto, esto debido a que la comparación es un tanto injusta ya que como mencionamos anteriormente la caja de cambios original posee 3 velocidades en contraste con la de Toyota 5R que posee 4 velocidades. En este caso podemos decir que la diferencia la notamos en la 4ta velocidad al tener un aumento final del 5,6% en comparación con la caja de velocidades del tren motriz original.

Tabla 13

Análisis de prueba de consumo de combustible

| ORD. | SISTEMA MOTRIZ ORIGINAL [KM/GALON] | NUEVO SISTEMA MOTRIZ [KM/GAON] | INCREMENTO [%] |
|------|---------------------------------------|--------------------------------------|----------------|
| 1 | 28,5 | 37,5 | +31,58 |

En el caso de la prueba de consumo de combustible, la mejora es notable, tenemos una ganancia del 31,6% en disminución del consumo de combustible, razones de esta mejora sin duda, es el aumento de la potencia del nuevo sistema motriz, como también juega un papel muy importante la nueva caja de cambios, que nos da relaciones de transmisión más latas, donde el motor trabaja “más relajado” por así decirlo, y su consumo obviamente se ve disminuido, aumentando la autonomía de kilómetros recorridos por cada galón de combustible consumido.

Ahora estos datos podemos analizarlos con los costos del combustible actual, el galón de gasolina extra esta en 1 USD con 85 centavos, entonces podríamos analizar la siguiente tabla:

Tabla 14*Análisis de prueba de consumo de combustible en costos USD*

| ORD. | SISTEMA MOTRIZ ORIGINAL [GALONES CONSUMIDOS /100 KM] | NUEVO SISTEMA MOTRIZ [GALONES CONSUMIDOS /100 KM] | INCREMENTO [%] |
|---|---|--|-----------------------|
| 1 | 3,5 | 2,67 | 23,8% |
| COSTO POR GALONES CONSUMIDOS [USD] | 6,48 | 4,94 | -1,54 USD |

Como podemos analizar en la tabla 14 tenemos un ahorro de 1 dólar con 54 centavos por cada 100 kilómetros recorridos, esto se traduce en un ahorro del 23,8% por la cantidad de kilómetros anteriormente mencionada.

CAPÍTULO V

5 MARCO ADMINISTRATIVO

5.1 Recursos

Para llevar a cabo el presente proyecto, se tuvo que hacer la adecuada optimización de los diferentes recursos, entre estos están los humanos, tecnológicos materiales y financieros, los cuales se detallan a continuación:

5.1.1 Recursos humanos

El proyecto “Análisis, selección e implementación del sistema motriz y eléctrico para el vehículo Jeep modelo Willys del año 1952” fue realizado por las personas mencionadas a continuación:

Tabla 15

Colaboradores de la investigación

| ORD. | NOMBRE | DETALLE | CARRERA/DEPARTAMENTO |
|------|-------------------|--------------|-----------------------------|
| 1 | Sr. Roger Cedeño | Investigador | Ingeniería Automotriz |
| 2 | Sr. Steven Vargas | Investigador | Ingeniería Automotriz |
| 3 | MSc Luis Mena | Director | Ciencias Energía y Mecánica |
| 4 | Ing. Guido Torres | Colaborador | Ciencias Energía y Mecánica |

5.1.2 Recursos tecnológicos

Para concluir con el proyecto, se utilizaron varios recursos tecnológicos, para la optimización de otros recursos, y terminar el proyecto satisfactoriamente, dichos recursos se detallan a continuación:

Tabla 16*Recursos tecnológicos*

| ORD. | NOMBRE |
|-------------|-----------------------|
| 1 | Soldadora TIG |
| 2 | Fresadora |
| 3 | Torno |
| 4 | Cortadora de plasma |
| 5 | Multímetro Automotriz |
| 6 | Computadora |
| 7 | Celular |

5.1.3 Recursos materiales

Para el desarrollo del proyecto se utilizaron los siguientes recursos materiales:

Tabla 17*Recursos Materiales*

| ORD. | NOMBRE |
|-------------|--|
| 1 | Motor Toyota 5R |
| 2 | Caja de cambios Toyota |
| 3 | Caja de transferencia Jeep Willys 1952 |
| 4 | Diferenciales del Jeep Willys 1952 |
| 5 | Sistema eléctrico y luminarias |
| 6 | Combustible |
| 7 | Batería |

5.2 Análisis de costos de la investigación

Para llevar a cabo dicho proyecto se tomaron en cuenta aspectos como, costos de materiales, equipos utilizados, construcción del Jeep completamente, que incluyen costos de chasis, motor, caja, transfer, diferenciales, adaptaciones, sistema eléctrico, como implementación de otros aspectos como adaptación de sistemas, chapa y pintura, entre otros.

5.2.1 Costos de la construcción del Jeep Willys 1952

Para la realización de la construcción del Jeep Willys fueron necesarios varios materiales, los cuales se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 18

Costo de la construcción del Jeep Willys

| Descripción | Cantidad | Valor U. \$ | Valor Total \$ |
|--|----------|-------------|----------------|
| Motor Toyota 5R 2000cc | 1 | 1000 | 1000 |
| Chasis Jeep Willys Cj-3A | 1 | 1000 | 1000 |
| Caja de velocidades Toyota | 1 | 400 | 400 |
| Caja de transferencia | 1 | 300 | 300 |
| Diferenciales Jeep | 2 | 300 | 600 |
| Cardanes | 2 | 100 | 200 |
| Planchas de tol | 4 | 30 | 120 |
| Neumáticos | 4 | 100 | 400 |
| Aros | 4 | 50 | 200 |
| Pintura | 1gl | 50 | 50 |
| Fondo | 1gl | 30 | 30 |
| Thinner | 1gl | 1.50 | 6 |
| Laca | ½gl | 40 | 20 |
| Removedor | 3lt | 5 | 15 |
| Pernos | 4 | 0.50 | 20 |
| Tuercas (ruedas) | 20 | 1.00 | 20 |
| Cauchos carrocería | 6 | 2.00 | 12 |
| Bases del motor | 2 | 10 | 20 |
| Ballestas | 8 | 20 | 160 |
| Batería | 1 | 100 | 100 |
| Radiador | 1 | 100 | 100 |
| Mangueras Radiador | 2 | 8 | 16 |
| Frenos de disco | 2 | 150 | 300 |
| Bomba de embrague | 1 | 50 | 50 |
| Servofreno | 1 | 100 | 100 |
| Retenedores | 3 | 5 | 15 |
| Pedales | 3 | 10 | 30 |
| Disco de corte | 8 | 2 | 16 |
| Brocas | 5 | 3 | 15 |
| Dirección Isuzu | 1 | 150 | 150 |
| Barras de dirección, crucetas | 2 | 40 | 80 |
| Volante | 1 | 100 | 100 |
| Unión Caja de velocidades- Transfer | 1 | 250 | 250 |
| Cañerías freno | 4m | 6 | 24 |

CONTINÚA



| | | | |
|--|-----|-----|-------------|
| Neplos | 10 | 1 | 10 |
| Mangueras de presión | 3 | 5 | 15 |
| Lijas | 8 | 1 | 8 |
| Lubricantes | 3gl | 20 | 60 |
| Líquido de frenos | 2 | 6 | 12 |
| Papel empaque | 2m | 10 | 10 |
| Silicón gris | 1 | 6 | 6 |
| Luces principales | 2 | 30 | 60 |
| Luces posteriores | 2 | 20 | 40 |
| Luces direccionales | 2 | 10 | 20 |
| Caja de fusibles | 1 | 20 | 20 |
| Relojes indicadores del panel de instrumentos | 5 | 20 | 100 |
| Switch arranque | 1 | 35 | 35 |
| Refrigerante | 1gl | 14 | 14 |
| Asientos | 2 | 70 | 140 |
| Depósito de combustible | 1 | 100 | 100 |
| TOTAL | | | 6569 |

5.2.2 Costos de las pruebas

En cuanto a costos por pruebas, se enlista el combustible gastado en la prueba de consumo entre el vehículo con sistema motriz original Jeep Willys y el nuevo con el motor Toyota 5R.

Tabla 19

Costo de la prueba realizada

| Descripción | Cantidad | Valor U. \$ | Valor Total \$ |
|---------------------|-----------------|--------------------|-----------------------|
| Combustible | 10 gl, | 1.85 | 18.50 |
| Aceite 10W30 | 1 | 19 | 19 |
| TOTAL | | | 37.50 |

5.2.3 Costo total de la investigación

Se realizaron varios gastos paralelos en el desarrollo de la investigación, que no se tomaron en cuenta en los costos anteriormente citados, estos se suman a la siguiente tabla:

Tabla 20*Costo total de la investigación*

| Descripción | Valor \$ |
|---|-----------------|
| Construcción del Jeep Willys | 6569.00 |
| Mano de obra especial | 180 |
| Pruebas | 37,5 |
| Costo de movilización | 150 |
| Alimentación | 60 |
| Costo de movilización del vehículo | 100 |
| Otros | 135 |
| Total | 7231,50 |

CONCLUSIONES

- Se analizó, seleccionó e Implementó el sistema motriz y eléctrico para el vehículo Jeep modelo Willys del año 1952.
- Se investigó en bases digitales, escritas y artículos científicos información para el desarrollo del proyecto.
- Se adaptó un tren motriz con la utilización de un sistema de propulsión moderno para un correcto funcionamiento de nuestro proyecto.
- Se ejecutó el montaje y la puesta a punto de los sistemas de tren de potencia.
- Se comprobó los parámetros establecidos del motor mediante pruebas de rendimiento de consumo de combustible.
- Se evaluó el comportamiento de los diferentes sistemas a través de pruebas de campo.
- Se comparó los datos obtenidos con el modelo original de Jeep para demostrar el aumento de desempeño del vehículo.
- Se mejoró la mecánica y la estética del nuevo vehículo Jeep Willys de 1952.
- Se realizaron adaptaciones del chasis, para la mayoría de los nuevos componentes del sistema motriz.
- Se adaptó una nueva caja de cambios, con la ayuda de una placa-junta, para unir caja de cambios y caja de transferencia
- Se implementó el sistema eléctrico para el vehículo, sistema de luces, direccionales, faros, luces de retro, etc.
- Se realizaron cálculos con las relaciones de trasmisión del sistema motriz original y del nuevo sistema motriz.

- Se comprobó que las relaciones de transmisión altas de la caja de cambios del Toyota 5R ayudaron en las prestaciones del nuevo sistema motriz.
- Se implementó un sistema de dirección completamente nuevo, proveniente de un Isuzu Trooper.
- Se implementó discos de freno en las ruedas delanteras, provenientes de un Vítara 3P clásico.
- Se mejoraron las prestaciones del proyecto, el consumo de combustible disminuyó un 31,5% con el nuevo sistema motriz Toyota 5R
- Se aumentó las prestaciones de torque, mediante cálculos de torque máximo en cada velocidad del vehículo, con un aumento final en un 5,6%.
- Se aumentó las prestaciones de velocidad, mediante cálculos de velocidad, con un aumento de la velocidad final en un 25%.

RECOMENDACIONES

- Asegurarse que el vehículo posea todos los elementos necesarios, para que pueda aprobar la revisión técnica vehicular, y asegurar que el mismo pueda circular normalmente en las calles.
- Implementar más sistemas modernos, para mejorar el consumo y las prestaciones del vehículo, como la inyección electrónica.
- Realizar un mantenimiento preventivo del vehículo, tomando en cuenta los manuales de los diferentes sistemas motrices que se utilizó en el proyecto.
- Antes de poner en funcionamiento el vehículo, hacer una inspección visual, revisar fugas de aceite, niveles de los fluidos, presión de neumáticos, entre otros.
- Verificar que la caja de transferencia este en correcto funcionamiento, ya que este es un vehículo orientado al 4x4 y una falla en campo, puede ser muy perjudicial
- Colocar más sistemas que aporten en la seguridad activa del Jeep Willys.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Sánchez, A. & Toro, D. (2016). *“AUMENTAR LA POTENCIA DEL MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA DEL AUTOMÓVIL MITSUBISHI LANCER 4G15 DE 1.5CC 12V SOCH DE 87HP”* (tesis de pregrado). ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL. Guayaquil, Ecuador.

Fiallo, A. & Vacacela, R. (2010). *“TRUCAJE Y ADAPTACIÓN DEL TREN DE POTENCIA Y SISTEMA DE FRENOS PARA UN VEHÍCULO DE LA FÓRMULA AUTOMOVILÍSTICA UNIVERSITARIA (FAU)”* (tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.

Córdova, E. (2014). *“ESTUDIO DE UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA DETERMINAR SUS PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO Y SU FACTIBILIDAD DE APLICACIÓN EN LOS LABORATORIOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA”* Universidad Técnica de Ambato, Ambato.

Dillon, & Santos. (2014). Diagnóstico Mecánico y Electrónico para el desarrollo del mantenimiento correctivo del vehículo Opra 1.8 T/A.

Gómez, A. (2018). *“INVESTIGACIÓN Y ANÁLISIS DE DAÑOS PRINCIPALES EN EL SISTEMA MOTOR A GASOLINA”* Instituto Politécnico Nacional, México, D.F.

Hotmaetxe de Lucas. (2015). *“DISEÑO DE LA TRANSMISIÓN DE UN AUTOMÓVIL”* Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Bilbao.

Jeep Corporation. (1965). Service Manual for Universal Jeep vehicles.

López & Dávila. (2011). *“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN TABLERO DIDÁCTICO DE UN SISTEMA DE LUMINARIAS INTELIGENTES PARA DIRECCIONAR DE*

ACUERDO A LA TRAYECTORIA Y VELOCIDAD DEL VEHÍCULO." Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.

Design, T. (10 de marzo de 2017). CARROS Y CLASICOS - JEEP Y WILLYS 1945-1955. Obtenido de <http://www.carrosyclassicos.com/historia/item/601-jeep-y-willys-1945-1955>

Medina, D. (2004). DISEÑO, INSTALACIÓN Y TRUCAJE DEL SISTEMA ELÉCTRICO PARA UN VEHÍCULO DE COMPETICIÓN DE RALLY DE LA MARCA SUZUKI FORSA 1. Latacunga, Ecuador.

Toyota Motor CO. (1969). Toyota 5R, 3R-B, 3R-C, Repair manual.



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

CERTIFICACIÓN

Se certifica que el presente trabajo fue desarrollado por los señores CEDEÑO MARÍN ROGER ANDRÉS Y VARGAS ROMERO STEVEN AUGUSTO.

En la ciudad de Latacunga a los 19 días del mes de octubre de 2019.

Ing. Luis Mena

DIRECTOR DEL PROYECTO



Ing. Danilo Zambrano

DIRECTOR DE LA CARRERA

Aprobado por



Ab. Darwin Albán

SECRETARIO ACADÉMICO