

Ministerio de Educación Superior
Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa
“Dr. Antonio Núñez Jiménez”
Departamento de Metalurgia Electromecánica

Trabajo de Diploma

En opción al Título de Ingeniero Mecánico

Título: Recuperación del sistema de transmisión del ARO “10” Modelo 240

Autor: Hugo Ariel Acosta de la Cruz.

Tutores: MSc. Eduardo Terrero Matos.

Dr. Alberto Turro Breff

Moa /2009

“Año 50 Aniversario del Triunfo de la Revolución”



Declaración de Autoridad:

Yo: Hugo Ariel Acosta de la Cruz.

Autor de este trabajo de diploma, certifico su propiedad intelectual a favor del Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa Dr. Antonio Nuñez Jiménez, el cual podrá hacer uso del mismo con la finalidad que estime conveniente.

Hugo Ariel Acosta de la Cruz.

MSc. Eduardo Terrero Matos.

Dr. Alberto Turro Breff



Resumen:

El en trabajo se realiza un análisis para el proceso de adaptación de una caja de velocidades marca Mitsubishi en un automóvil marca ARO "10" modelo 240. Como primer elemento se analiza el proceso de desgaste como el causante del retiro de piezas producto de la fricción. Se realiza el proceso de defectado de todos los elementos que componen el sistema de la transmisión, se propone el análisis de la sustitución de los elementos a partir de las recomendaciones realizadas por el fabricante. A través de una metodología de cálculo se determina las condiciones de trabajo de la transmisión objeto de sustitución.

Como último aspecto se valora el impacto económico y medio ambiental.

Summary:

The in work is carried out an analysis for the process of adaptation of a box of speeds Mitsubishi it marks in an automobile it marks ARO "10" model 240. As first element the waste process is analyzed as the constituent of the retirement of pieces product of the friction. He is carried out the process of defectated of all the elements that you/they compose the system of the transmission; he intends the analysis of the substitution of the elements starting from the recommendations carried out by the maker. Through a calculation methodology it is determined the working conditions of the transmission substitution object.

As last aspect the economic and half environmental impact is valued.



Agradecimientos:

Al colectivo de profesores del Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa (ISMM) por los conocimientos transmitidos en estos años de estudios.

A mis compañeros de aula por ser los que a lo largo de estos años me acompañaron siempre.

A mis padres, mi hermana, mi esposa, mis amigos y aquellas personas que de una forma u otra contribuyeron a lograr este triunfo que tanto deseado.



Dedicatoria:

Dedico todo el esfuerzo de estos años de estudio:

A mi padre Hugo A. Acosta Almira, por el apoyo que me ha dado en todo momento.

A mi madre Maria E. De la Cruz Caballero, por darme todo su amor y guiarme siempre por el camino correcto.

A mi hermana Linnet Acosta De la Cruz, por ser mi ejemplo a seguir durante todos estos años.

A mi esposa Idia Melvis Donatien D.

A la memoria de mi abuela A. Mercedes Caballero.

A nuestra revolución, por las posibilidades que me a ofrecido para estudiar y seguir estudiando.



TABLA DE CONTENIDOS

	Pág.
SINTESIS	
INTRODUCCIÓN.	1
CAPITULO I. MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN	
1.1. Introducción.	4
1.2. Generalidades acerca del surgimiento del automóvil.	4
1.3. Surgimiento del automóvil Aro.	6
1.4. Transmisiones mecánicas.	7
1.4.1. Cajas de cambios.	9
1.4.2. Tipos de transmisión	10
1.4.3. Elementos del sistema de transmisión.	11
1.4.4. Caja de velocidades..	12
1.4.5. Tipos de caja de cambio de velocidades.	12
1.4.6. Caja de cambios manual de toma constante normal silenciosa..	13
1.4.7. Árbol de transmisión.	14
1.4.8. Elementos de transmisión.	15
1.5. Desgaste.	15
1.5.1. Etapas del desgaste	16
1.5.2. Clasificación de los tipos de desgaste.	16
1.5.3. Mecanismo microestructural del desgaste.	19
1.6. Conclusiones del capítulo I.	20
CAPITULO II. MATERIALES Y MÉTODOS	
2.1. Introducción.	21
2.2. Análisis cinemático..	21
2.2.1. Pasos para efectuar el desarmado del eje...	22
2.2.2 Cálculo cinemático de la caja de velocidad..	23
2.2.2.1. Velocidad del árbol del motor.	23
2.2.2.2. Velocidad angular del embrague.	23
2.2.2.3. Velocidad de salida de la caja de cambio para ambas velocidades..	24
2.2.2.4. Velocidad angular de la barra de transmisión en la entrada del diferencial..	24
2.2.2.5. Velocidad angular de salida del diferencial..	25
2.2.2.5. Velocidad angular de la rueda motriz	25
2.2.2.6. Velocidad tangencial.	25
2.2.2.7. Relación de tracción total.	25



2.3. Análisis dinámico..	26
2.3.1. Momento del motor..	26
2.3.1. Potencia en el embrague..	26
2.3.2. Momento del embrague.	26
2.3.2. Potencia en la barra de transmisión.	27
2.3.3. Momento en la barra de transmisión.	27
2.3.4. Potencia de salida del diferencial.	27
2.3.5. Momento que desarrolla el diferencial.	28
2.3.6. Potencia desarrollada por la rueda motriz.	28
2.3.7. Momento que desarrolla la rueda motriz.	28
2.4. Diagnóstico de la caja de velocidad del ARO "10" Modelo 240.	28
2.5. Recomendaciones para la reparación de los motores de combustión interna.	29
2.6. Conclusiones del capítulo II.	30
CAPITULO III. RESULTADOS EXPERIMENTALES Y DISCUSIÓN	
3.1. Introducción.	31
3.2. Análisis del proceso de ensamblaje de la caja de velocidad.	33
3.2.1. Pasos del armado de la caja de velocidad..	34
3.2.1. Parámetros establecidos para el Ensamble de la caja.	35
3.2.3. Fregado de todas las piezas que conforman el motor.	35
3.2. Análisis de la metodología de cálculo.	37
3.3.1 Análisis de velocidad del árbol del motor.	37
3.3.2. Análisis de la velocidad angular del embrague.	37
3.3.3. Análisis de la velocidad de salida de la caja de cambio para ambas velocidades.	38
3.3.4. Análisis de la velocidad angular de la barra de transmisión en la entrada del diferencial.	39
3.3.5. Análisis de la velocidad angular de salida del diferencial.	39
3.3.6. Análisis de la velocidad angular de la rueda motriz..	40
3.3.7. Análisis de la velocidad tangencial.	41
3.4. Análisis dinámico.	41
3.4.1. Momento del motor.	41
3.4.2. Potencia en el embrague.	41
3.4.3. Análisis del Momento del embrague.	41
3.4.4 Potencia en la barra de transmisión.	42
3.4.5. Momento en la barra de transmisión.	42



3.4.6. Potencia de salida del diferencial.	. . . . .	42
3.4.7. Momento que desarrolla el diferencial.	. . . . .	42
3.4.9 Análisis del rendimiento de la transmisión.	. . . . .	43
3.5. Valoración del impacto medio ambiental.	. . . . .	43
3.6. Valoración económica.	. . . . .	44
3.7. Conclusiones del capítulo III.	. . . . .	45
CONCLUSIONES.	. . . . .	46
RECOMENDACIONES.	. . . . .	46
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS		
ANEXOS		



INTRODUCCIÓN

La empresa de cada rama de la industria posee un carácter específico propio, determinado por el objetivo de la producción, por la capacidad de la empresa, el tipo de producción, el nivel técnico y la subordinación administrativa. Pero a pesar de ello, la economía de las empresas de las diversas ramas tiene mucho en común, por cuanto en todos los casos la solución de las cuestiones económicas descansa sobre una base metodológica única, conjugada con el estudio de la forma de manifestación de las leyes económicas del socialismo en las condiciones específicas de las respectivas ramas de la industria.

La empresa es una categoría económica y naturalmente, sus objetivos y tareas reflejan el carácter de las relaciones de producción dominantes en la sociedad. El aumento de la productividad del trabajo sobre la base del perfeccionamiento de la organización de la producción, es una de las tareas principales no solo de la empresa industrial socialista, sino también de la empresa industrial capitalista. Sin embargo, en el socialismo este perfeccionamiento se lleva a cabo sobre una base estrictamente científica, que garantiza, a la par con el aumento de la productividad, el aumento de los ingresos de los trabajadores, el saneamiento y mejoramiento de las condiciones de trabajo.

La dirección de la economía socialista como tipo específico de actividad laboral, se basa en la utilización consciente de las leyes objetivas en la vida económica y está encaminada a la satisfacción de las exigencias de estas leyes. En esto desempeña un papel esencial la ley económica fundamental del socialismo y la ley del desarrollo planificado de la economía nacional.

La dirección de la economía es, ante todo, la dirección de los hombres, cuyo grado de receptividad frente a las decisiones de dirección predetermina en gran medida el éxito de funcionamiento de los sistemas técnicos, tecnológico económico, es decir, los resultados finales de la producción.

El desgaste es uno de los fenómenos más importantes para la industria en el ámbito mundial, debido a que se pierden miles de millones de dólares. El tiempo de vida útil y confiabilidad de muchos productos manufacturados están



determinadas por su resistencia a la fricción y al desgaste, o sea, por las propiedades tribológicas del par o pares mecánicos en contacto y su movimiento relativo, por lo cual el sistema debe ser diseñado de tal forma que se pueda obtener un alto rendimiento. El tiempo de vida útil y confiabilidad de muchos productos manufacturados están determinadas por su resistencia a la fricción y al desgaste, o sea, por las propiedades tribológicas del par o pares mecánicos en contacto, por lo cual el sistema debe ser diseñado de tal forma que se pueda obtener un alto rendimiento. Hoy en día, la tribología se reconoce como una fuente para economizar recursos financieros, materias primas y materiales energéticos, recomendándose la estimulación para las investigaciones en fricción, lubricación y desgaste. Es importante estudiar las condiciones en que las superficies interactúan, este entorno es conocido como tribosistema, el cual incluye los triboelementos y los medios mecánicos, químicos y térmicos.

La **Situación Problemática** de la investigación la constituye: El período especial, luego de provocar un deterioro de la economía nacional, a la vez obligó a la búsqueda de nuevas soluciones para enfrentar la continuidad de la economía del país. En la actualidad, se realizan ingentes esfuerzos por reanimar de forma integral el transporte de carga y pasajeros en los diferentes sectores estatales del país, cuestión esta a la que no está ajeno el ISMMM, donde se vienen aplicando alternativas de solución para reincorporar a la explotación algunos equipos de su parque automotor y en específico, de transporte de personal. En el ISMMM actualmente cuenta con veinte vehículos, con una disponibilidad técnica promedio del 65 % del total del parque, encontrándose tres vehículos parado a largo plazo.

Durante el proceso de trabajo del vehículo el estado técnico varía como consecuencia del desgaste que aumentan las holguras entre las piezas, uniones, afloje de los elementos de sujeción, desajuste de los instrumentos y mecanismos, se incrementa el gasto de aceites, grasa, combustibles y de otros materiales de explotación.

La necesidad de la recuperación del estado técnico del ARO "10" Modelo 240, ha sido imposible por la no disponibilidad de las piezas, agregados e insumos de



estos fabricantes, específicamente lo relacionado con la caja de cambio o velocidad y la transmisión hacia las ruedas motrices o diferencian.

Esto ha conllevado a que el estado técnico del ARO "10" Modelo 240, ha alcanzado el estado técnico de inservible o malo.

El **Problema** a investigar lo constituye: Desconocimiento del comportamiento de la adecuación de una transmisión del tipo Mitsubishi Japonesa, en el sistema de rodamiento del automóvil marca ARO "10" Modelo 240 de fabricación Rumana.

Como **Objeto de la investigación** se establece: Sistema de Transmisión del ARO "10" Modelo 240.

Sobre la base del problema a resolver se establece la siguiente **hipótesis**: Si se realiza el cambio de una caja de velocidad del tipo Mitsubishi en la caja de velocidad del ARO "10" Modelo 240, se podrá restablecer satisfactoriamente la transmisión del mismo e incorporarlo al parque de transportación del ISMMM

A partir de la hipótesis planteada, se define como **Objetivo del trabajo**: Realizar la valoración económica de los gastos de tiempo por los cuales transita la operación tecnológica denominada Deformación Plástica Superficial por Rodadura.

Y se definen los siguientes **Objetivos Específicos**:

1. Diagnosticar el estado y los parámetros técnicos de la transmisión del ARO "10" Modelo 240.
2. Establecer el procedimiento para evaluar la adaptación del tipo de transmisión propuesto en el ARO "10" Modelo 240.
3. Realizar el cálculo de la transmisión para la comprobación del ajuste de los parámetros técnicos en correspondencia con los parámetros técnicos nominales del ARO

Para lograr el cumplimiento del objetivo propuesto, se plantean las siguientes **tareas de trabajo**:

1. Establecimiento del estado del arte y sistematización de los conocimientos y teorías relacionadas con el objeto de estudio.



2. Diagnosticar el estado técnico del sistema de transmisión del ARO "10" Modelo 240 del ISMM
3. Selección y evaluación de la factibilidad de la transmisión para la sustitución de la transmisión de diseño.
4. Adaptar sistema de transmisión del tipo Mitsubishi a la marca ARO como es (caja de cambio y diferencial)
5. Análisis de los resultados y fundamentación de las pruebas de eficiencia mecánica y capacidad de carga..

CAPITULO I



CAPITULO I. MARCO TEÓRICO. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.

1.1 Introducción

Este trabajo tiene la finalidad de realizar el análisis para la adaptación de la transmisión del ARO "10" Modelo 240.

Más del 80 % de los elementos de máquinas que se sustituyen se deben al desgaste y alrededor del 30 % de la energía mecánica que se produce en el mundo se gasta en vencer la fricción innecesaria en los sistemas tribológicos; aspectos que por lo general no se consideran durante la proyección, fabricación y explotación de los elementos de máquinas.

Los diferentes elementos de máquinas son de antigua existencia sin embargo los cálculos de ingeniería en la mayoría de los casos no se basan en criterios tribotécnicos. La no-consideración de los aspectos tribológicos durante los mencionados procesos lleva a la obtención de sistemas mecánicos caracterizados por: considerables pérdidas de energía; alto consumo de materiales y materias primas; lo que es lo mismo a máquinas de baja eficiencia, productividad, durabilidad y fiabilidad.

Objetivo del capítulo.

Establecer el estado actual relacionado con los mecanismos de transmisión y cajas de velocidades, así como características relacionadas con la transmisión del automóvil ARO y la transmisión del Mitsubishi.

1.2. Generalidades acerca del surgimiento del automóvil.

Al principio, el término automóvil era un adjetivo (del griego autos y del latín mobilis) aplicable a vehículos que andaban «solos» y que comprendían diversas clases de máquinas. Con el tiempo, el adjetivo se hizo sustantivo para designar principalmente a los vehículos destinados al transporte de pocas personas, llamados también turismos, mientras que para otros tipos de estos vehículos se generalizaron designaciones diferentes: autobús, dedicado al transporte público urbano; autocar, para transporte público por carretera; camión, transporte de materiales o de mercancías; triciclo o motocarro, transporte ligero de tres ruedas; motocicleta o



moto, vehículo de dos ruedas o con tercera desmontable; tractor, destinado al arrastre; finalmente, los vehículos para usos técnicos (volquetes, cisternas, grúas) o militares (tanques, blindados).

Como primer prototipo de automóvil suele considerarse el vehículo a vapor construido por el ingeniero militar Nicholas Joseph Cugnot en 1770; era un triciclo, con la única rueda delantera directriz y motriz a la vez, que se conserva en el Museo de Artes y Oficios de París. Siguen otros vehículos a vapor construidos por: James Watt en 1784, Griffith en 1821, J. Hill en 1824, Hancock en 1831. Estos dos últimos ingenieros ingleses construyeron las primeras diligencias a vapor (autobuses) que prestaron servicio público en el Londres de aquella época. Después del Locomotive Act, que limitaba las posibilidades del naciente automóvil, siguió su desarrollo en Francia; Amédée Bollée realizó su automóvil a vapor, La Marcelle, en 1873; el marqués de Dion su triciclo a vapor en 1883 y el ingeniero Léon Serpollet, inventor de la moderna caldera tubular, otro triciclo que más tarde debía alcanzar la entonces fantástica velocidad de 120 kilómetros por hora. Mientras tanto, iba desarrollándose en Francia y Alemania el motor de explosión que, debido a sus excelentes características de peso, potencia y nervio, se adueñó de la construcción automovilística desde los últimos años del siglo pasado.

Inventores de diversos mecanismos importantes para el desarrollo del automóvil fueron: James Watt (GB), 1784, construye un cambio de velocidades con engranajes; Isaac de Rivaz (F), 1800, crea el motor de explosión (gas) para automóvil Timothy Burstall y John Hill (GB), 1826, aplican la transmisión cardan y la tracción por las cuatro ruedas; se establece entre Gloucester y Cheltenham (GB) la primera línea regular de autobuses (15 km.); en 1835 se construye el primer automóvil eléctrico; Ch. Goodyear (EE. UU.), 1840, consigue la vulcanización del caucho; Robert W. Thompson (GB), 1845, crea la teoría del neumático; J. Boydell (GB), 1846, el automóvil con rodamiento por orugas (algunos tomaron parte en la guerra de Crimea); Édouard DelamarreDebouteville (F), el 12 feb. 1884, registra la primera patente de un automóvil con motor de gasolina; G. Daimler (Al.), 1885, construye la primera motocicleta; Robert Bosch (Al.), 1887, inventa el sistema de encendido eléctrico; J. B. Dunlop (GB), 1888, inventa el neumático de goma; los



hermanos Michelin (F), 1895, montan la primera fábrica de neumáticos; De Dion Bouton (F), 1913, idea el puente trasero articulado con ruedas independientes; Lockheed (EE. UU.), 1914, el freno hidráulico; Citroén (F), 1919, el automóvil con alumbrado y arranque eléctricos; Chaigneaux Brasier, Tracta (F), 192530, crean la tracción delantera; Constantifescu (F), 1930, el cambio de marchas continuo y automático; Rover (GB), 1950, construye el primer automóvil con turbina. Desarrollo del motor Christian Huygens (H), 1673, idea un motor alimentado con pólvora; Robert Street (GB), 1794, el motor con carburante líquido; Isaac de Rivaz (F), 1800, el motor de automóvil; Lenoir (F), 1860, el primer motor a gas con encendido eléctrico; Beau de Rochas (F). y Otto (Al.), entre 1860 y 1864, el ciclo de cuatro tiempos; Dugald Clerk (GB), 1877, el motor de dos tiempos; Daimler y Maybach (Al.), 1883, el motor con cárter cerrado; t;mile Capitaine (F), 1889, el motor de combustión interna llamado actualmente Diesel, con inyección de combustible y alta compresión (16 kg/cmz); De Dion Bouton (F), 1895, realiza un motor rápido de 2.000 rpm; Prosper d'Orange (F), 1908, realiza la cámara de precombustión para motores de combustión interna.

1.3. Surgimiento del automóvil Aro.

El Aro (*cuyo nombre significa "Automobil Romanesc"*), surgió al este de Europa, Rumania, su inicio data desde la Guerra con el inicio del montaje de vehículos todo terreno para uso militar, anteriormente se dedicaba a la fabricación de elementos para la aviación. Su nombre anterior era "IAR Brasov". El nombre de Aro es muy conocido por los amantes de los vehículos 4x4 y durante los años 80 sus vehículos fueron exportados a varios países con gran éxito.

El primer Aro fue el Ims-57, derivado de su año de construcción, 1957. Inspirado en el vehículo soviético GAZ 4x4 69M, estaba equipado con un motor de 3300 cc. y 50 hp, y alcanzaba una velocidad máxima de 80 km/h., siendo su carrocería de acero.

En 1964, se inició la producción del M-461. El M-461 también era muy similar al GAZ, con un motor de 70 hp, y una velocidad máxima de 100 Km/h. Este modelo, con excelentes prestaciones todo terreno, fue el primer modelo exportado a otros países, y fue producido hasta 1975.

En 1980, un nuevo modelo entra en producción. Este modelo fue el Aro "10". (ver figura 1. Se trataba de un pequeño 4x4, equipado con motores Renault de 1,3 y 1,4 litros (*producidos por Dacia*). Su potencia era de 63 HP y alcanzaban una velocidad máxima de 120 km/h. A mediados de los años 80, el Aro "10" fue exportado a varios países, con gran éxito, aunque ese éxito duro poco ya que el coche tenía problemas de fiabilidad mecánica, y las pequeñas dimensiones de sus ruedas limitaban la práctica del todo terreno.



Figura 1. Automóvil ARO "10" Modelo 240 2da generación.

Los "10" también fueron montados en Italia por el importador italiano Aro-Ciemme (*con la marca ACM*). Posteriormente el Aro "10" fue mejorado sustancialmente, y fue equipado con motores turbodiesel Volkswagen de 1,6 litros. También apareció el prototipo de una divertida versión, el "Scorpion", con unas particulares puertas. Este vehículo era muy similar al Suzuki X-90, pero desafortunadamente nunca fue producido en serie. El éxito de los Aro "10" montados en Italia fue escaso, porque aún tratándose de un coche fiable estaba precedido por la mala fama de la primera versión rumana. A principios de los años 90, la fábrica de ACM cerró, finalizando así la producción italiana del Aro.

1.4. Transmisiones mecánicas.

Según Shigle, 1983 y Reshetov, 1987, se denomina transmisión mecánica a un mecanismo encargado de transmitir potencia entre dos o más elementos dentro de una máquina. Son parte fundamental de los elementos u órganos de una máquina,



muchas veces clasificado como uno de los dos subgrupos fundamentales de éstos elementos de transmisión y elementos de sujeción.

En la gran mayoría de los casos, estas transmisiones se realizan a través de elementos rotantes, ya que la transmisión de energía por rotación ocupa mucho menos espacio que aquella por traslación.

Una transmisión mecánica es una forma de intercambiar energía mecánica distinta a las transmisiones neumáticas o hidráulicas, ya que para ejercer su función emplea el movimiento de cuerpos sólidos, como lo son los engranajes y las correas de transmisión.

Típicamente, la transmisión cambia la velocidad de rotación de un eje de entrada, lo que resulta en una velocidad de salida diferente. En la vida diaria se asocian habitualmente las transmisiones con los automóviles. Sin embargo, las transmisiones se emplean en una gran variedad de aplicaciones, algunas de ellas estacionarias. Las transmisiones primitivas comprenden, por ejemplo, reductores y engranajes en ángulo recto en molinos de viento o agua y máquinas de vapor, especialmente para tareas de bombeo, molienda o elevación (norias).

En general, las transmisiones reducen una rotación inadecuada, de alta velocidad y bajo par motor, del eje de salida del impulsor primario a una velocidad más baja con par de giro más alto, o a la inversa. Muchos sistemas, como las transmisiones empleadas en los automóviles, incluyen la capacidad de seleccionar alguna de varias relaciones diferentes. En estos casos, la mayoría de las relaciones (llamadas usualmente "marchas" o "cambios") se emplean para reducir la velocidad de salida del motor e incrementar el par de giro; sin embargo, las relaciones más altas pueden ser sobremarchas que aumentan la velocidad de salida.

También se emplean transmisiones en equipamiento naval, agrícola, industrial, de construcciones y de minería. Adicionalmente a las transmisiones convencionales basadas en engranajes, estos dispositivos suelen emplear transmisiones hidrostáticas y accionadores eléctricos de velocidad ajustable.

1.4.1. Cajas de cambios.

Ariaspaz, 1999, Caouse, 2002 plantean que Una transmisión manual es una caja de cambios que no puede alterar la relación de cambio por sí sola, sino que el conductor debe hacerlo. Por lo tanto, se diferencia de una transmisión automática en que ésta sí puede cambiar de marcha. (Ver figura 2)

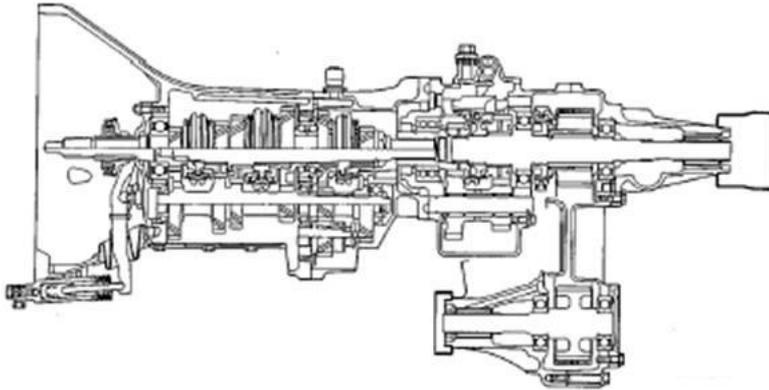


Figura 2. Caja de cambios.

Antiguamente, un automóvil con caja de cambios automática solía tener peores prestaciones y consumos que uno con caja de cambios manual. En la actualidad, algunos tipos de cajas de cambios automáticos han logrado valores de consumo destacados, sin embargo las cajas automáticas con convertidor de par no superan la velocidad del pasaje de cambios de una caja mecánica manual.

A lo largo de la década de los 1980, los modelos de automóviles pasaron a incorporar cajas manuales de cinco cambios - en la década de los 1990, sólo los automóviles de bajo costo o del segmento A tenían cajas de cuatro marchas. En la última década, los modelos de alta gama, en particular aquellos con motor diésel, pasaron a incorporar una sexta marcha, para poder circular en autopista con el motor a bajo régimen, y por lo tanto con consumos menores.

Los camiones pesados y Tractocamiones son los mayores usuarios de este tipo de transmisión debido a su eficiencia de arranque para cargar o arrastrar un peso a determinada velocidad, acompañado de apoyos como lo son un motor eléctrico junto a un convertidor de par denominado Dual, así como un freno motor que puede evitar un daño a la transmisión a la hora de una parada brusca



En Autobuses Interurbanos esta transmisión es usada en relación igualitaria a los camiones, aunque en algunos autobuses urbanos todavía se pueden ver transmisiones manuales de tipo Sincronizado las cuales no requieren de un dispositivo de dual, conservando la misma manera de engranar las relaciones de velocidad similares a las de un Auto común, algunos modelos de autobuses deben usar el dispositivo dual debido a la cobertura de rutas con topografía difícil, así mismo otros debido al diseño del motor y transmisión pueden prescindir de usar el dispositivo de Dual

1.4.2. Tipos de transmisión

Debido a la naturaleza del motor de combustión interna de producir potencia utilizable sobre un alcance de velocidad relativamente pequeño, todo automóvil o camión está equipado con una transmisión. La transmisión contiene varios conjuntos de engranajes que ofrecen relaciones variables entre los engranajes activados por el motor y los engranajes que activan al eje de mando eje de tracción. De modo que eligiendo la apropiada relación de engranaje, se puede operar el motor a su velocidad más potente y eficiente. Dentro de los tipos de transmisión tenemos.

❖ Motor delantero y tracción.

Sus ruedas delanteras son motrices y directrices y no posee árbol de transmisión. Este sistema es muy empleado en turismos de pequeña y mediana potencia. En la figura se representa esta disposición en la que (M) es el motor, (E) el embrague, (C) la caja de velocidades y (R) el grupo reductor-diferencial.

❖ Motor delantero y propulsión

Las ruedas motrices son las traseras, y dispone de árbol de transmisión. Su disposición es algo más compleja, utilizándose en camiones y turismos de grandes potencias. En la figura se representa esta disposición en la que (M) es el motor, (E) el embrague, (C) la caja de velocidades, (A) el árbol de transmisión y (R) el eje reductor-diferencial.



❖ **Motor trasero y propulsión.**

Sus ruedas motrices son las traseras y tampoco posee árbol de transmisión. Este sistema apenas se emplea en la actualidad por problemas de refrigeración del motor. En la figura se representa esta disposición en la que (M) es el motor, (E) el embrague, (C) la caja de velocidades y (R) el grupo reductor-diferencial.

❖ **Propulsión doble**

Utilizado en camiones de gran tonelaje, donde la mayor parte del peso está soportado por las ruedas traseras y mejor repartidas.

Este sistema consiste en colocar dos puentes traseros (A) y (B) motrices evitando así colocar un solo grupo cónico de grandes dimensiones. De esta manera el esfuerzo a transmitir por cada grupo cónico se reduce a la mitad, reduciéndose las dimensiones sobre todo las del par cónico.

1.4.3. Elementos del sistema de transmisión.

Para describir los elementos de transmisión, consideramos un vehículo con motor delantero y propulsión ya que en este el montaje emplea todos los elementos del sistema de transmisión:

Embrague: tiene como misión acoplar o desacoplar, a voluntad del conductor, el movimiento del motor al resto del sistema de transmisión.

Caja de velocidades: es la encargada de aumentar, mantener o disminuir la relación de transmisión entre el cigüeñal y las ruedas, en función de las necesidades, con la finalidad de aprovechar al máximo la potencia del motor.

Árbol de transmisión: transmite el movimiento de la caja de velocidades al conjunto par cónico-diferencial.

Mecanismo par-cónico diferencial: mantiene constante la suma de las velocidades que llevan las ruedas motrices antes de tomar la curva. Desmultiplica constantemente las vueltas del árbol de transmisión en las ruedas motrices y convierte el giro longitudinal de éste, en giro transversal en las ruedas.

Juntas de transmisión: las juntas se utilizan para unir elementos de transmisión y permitir variaciones de longitud y posiciones.



Semiárboles de transmisión (palieres): son los encargados de transmitir el movimiento del grupo cónico-diferencial hasta las ruedas motrices, cuando el sistema carece de árbol de transmisión.

1.4.4. Caja de velocidades.

Función de la caja de velocidades.

La misión de la caja de cambios es convertir el par motor. Es, pues, un convertidor o transformador de par.

Un vehículo avanza cuando vence una serie de fuerzas que se oponen a su movimiento, y que constituyen el par resistente.

El par motor y el resistente son opuestos.

La función de la caja de cambios consiste en variar el par motor entre el motor y las ruedas, según la importancia del par resistente, con la particularidad de poder intervenir en todo momento y conseguir el desplazamiento del vehículo en las mejores condiciones.

1.4.5. Tipos de caja de cambio de velocidades.

Cajas de cambios manuales

Son las utilizadas en la mayoría de los automóviles de serie, por su sencillez y economía. Es accionado manualmente mediante una palanca de cambio. Podemos considerar tres partes fundamentales en su constitución:

Caja o cárter: donde van montadas las combinaciones de ejes y engranajes. Lleva aceite altamente viscoso (SAE 80: valvulinas).

Tren de engranajes: conjunto de ejes y piñones para la transmisión del movimiento. Mando del cambio: mecanismo que sirve para seleccionar la marcha adecuada. Estudiamos tres tipos de cajas de cambio manuales:

Caja manual de toma variable desplazable

Actualmente las cajas de velocidades de toma variable apenas se usan, pues han sido desplazadas por las de toma constante, que presentan los engranajes tallados con dientes helicoidales, permitiendo que los piñones del eje primario o intermediario y secundario estén siempre en contacto.



Las de toma variable, al ser los dientes rectos, tienen más desgaste y producen más ruido. La palanca tiene tantas posiciones como velocidades, más la de punto muerto.

Está formada por una carcasa (C), dentro de la cual hay tres ejes principales:

El primario (P). Es el que recibe el movimiento del motor a través del embrague mediante un estriado que lleva en su extremo.

El intermediario (I). Está formado por una serie de piñones, de diámetro cada vez más pequeños, que están fijados a dicho eje.

El secundario (S). Se monta a continuación del primario y se apoya en éste.

Sobre el secundario van montados otra serie de piñones que se pueden desplazar a lo largo de unas estrías, pero que giran con él. Su tamaño es de menor a mayor diámetro.

Un pequeño eje con su piñón acoplado al más pequeño del intermediario para la marcha atrás (inversor de marcha).

Los piñones del secundario se desplazan sobre las ranuras mediante unas horquillas que maneja el conductor con la palanca de cambio.

1.4.6. Caja de cambios manual de toma constante normal silenciosa.

Es éste un montaje que nos permite la utilización de piñones helicoidales.

Los piñones helicoidales se caracterizan por la imposibilidad de ser engranados estando en movimiento. Es preciso, por tanto, que estén en toma constante.

Al existir distintas relaciones de engranajes es necesario que los piñones del árbol secundario (S) giren libres sobre dicho árbol.

Al ser una necesidad el girar libres los piñones en el árbol secundario (S), para realizar la transmisión es preciso fijar el piñón correspondiente con el árbol secundario.

Funcionamiento

Como vemos, esta transmisión se realiza:

Para las velocidades intermedias, 1ª, 2ª y 3ª, al dirigir los bujes desplazables hacia los piñones correspondientes a dichas velocidades del árbol secundario.

Para la toma directa, al dirigir el buje hacia el piñón del árbol primario.

Para la marcha atrás se desplaza el piñón inversor de dientes rectos.



Caja de cambios manuales de toma constante simplificada sincronizada. Muy empleada en la actualidad, ya que hay gran cantidad de vehículos de tracción delantera. Las tracciones delanteras se emplean por su sencillez mecánica y su economía de elementos (no tienen árbol de transmisión).

1.4.7. Árbol de transmisión.

La misión del árbol de transmisión, es la de transmitir el movimiento giratorio desde el secundario de la caja de velocidades (S) al diferencial, situado en el puente motriz (P). Se utiliza, lógicamente, en el caso de motor delantero y propulsión.

Está constituido por una pieza (A) alargada y cilíndrica, que va unida por uno de los extremos al secundario (S) de la caja de cambios, y por el otro al piñón (C) del grupo cónico.

Es un eje articulado ya que debe permitir el esfuerzo y el movimiento de torsión con las oscilaciones de la suspensión.

Se fabrica en acero con alto coeficiente de elasticidad para compensar los esfuerzos mencionados anteriormente y para las oscilaciones. En cada extremo del árbol de transmisión se colocan juntas universales (J).

Las juntas universales permiten la subida y bajada de la rueda por flexión de la ballesta (B). El puente trasero describe un arco (X) determinado por la longitud de las ballestas desde su punto fijo. El árbol de transmisión se desplaza según un arco (Y) diferente, por lo que su longitud ha de modificarse, para compensar la diferencia (Z). Esto se consigue con un acoplamiento deslizante que permitan variaciones en la longitud del árbol de transmisión y distintas posiciones angulares.

Estos acoplamientos pueden ser:

Árboles de transmisión con junta deslizante telescópica.

Juntas universales que pueden ser:

Elásticas.

Cardán.

Homocinéticas.

Árbol de transmisión con junta deslizante telescópica.



1.4.8. Elementos de transmisión.

La transmisión del movimiento entre el cigüeñal y el árbol de levas puede realizarse de tres formas distintas;

- ✓ **Por rueda dentada:** Consiste en comunicar el movimiento a través de unos piñones o ruedas dentadas. En principio se acopla una rueda dentada al cigüeñal y otra al árbol de levas las cuales engranan entre sí transmitiendo el movimiento. En caso de existir una distancia considerable entre ambas se intercala otra rueda dentada entre medias. Este sistema se encuentra en desuso debido al elevado ruido que produce y al gran peso de los piñones que disminuyen la eficacia del motor.
- ✓ **Por cadena:** Consiste en realizar la transmisión del movimiento a través de una cadena que engrana en dos piñones situados en el cigüeñal y en el árbol de levas. Este sistema, más empleado que el anterior, también ha quedado prácticamente en desuso, ya que es muy ruidoso. Aunque plantea la ventaja de no necesitar mantenimiento.
- ✓ **Por correa dentada:** Es el sistema más empleado en la actualidad ya que evita los inconvenientes de los otros sistemas, reduciendo considerablemente el ruido y el excesivo peso. Consta de una correa dentada la cual se encarga de transmitir el movimiento. Construida a base de caucho y poliamida con un entramado metálico en su interior. Plantea el inconveniente que hay que sustituirla a un determinado número de kilómetros. Por lo tanto el riesgo de rotura es mayor que en los dos casos anteriores.

1.5. Desgaste

Según Verdeja, 1996. El desprendimiento de material en un componente mecánico puede variar notablemente, de muy intenso a despreciable. En cualquier caso, ello puede significar una pérdida de eficiencia y la inutilidad completa del sistema. Es muy importante dejar establecida la necesidad de emplear la máxima rigurosidad en el análisis y diagnóstico de los mecanismos de desgaste.

El desgaste es el daño de la superficie por remoción de material de una o ambas superficies sólidas en movimiento relativo. Es un proceso en el cual las capas superficiales de un sólido se rompen o se desprenden de la superficie. Al igual que



la fricción, el desgaste no es solamente una propiedad del material, es una respuesta integral del sistema.

El desgaste es uno de los efectos más destructivos a que están sometidos los metales, el cual se puede definir como el deterioro ocurrido a consecuencia del uso o del medio ambiente, y puede considerarse de forma general un fenómeno superficial. Al investigar el desgaste de los metales en una corriente de granos abrasivos, confirmaron que existe una estrecha relación entre la resistencia al desgaste y las fuerzas de los enlaces en la red cristalina de los metales.

1.5.1. Etapas del desgaste

Cuando se pone en marcha piezas mecánicas que experimentan rozamiento, se presentan esquemáticamente tres etapas:

1. En una primera etapa denominada rodaje, la razón de desgaste es alta, pero disminuye en un breve lapso de tiempo. Este desgaste no compromete el funcionamiento de la pieza; sin embargo, obliga a tomar ciertas precauciones.
2. Un segundo período llamado marcha normal, representa la vida útil de la máquina. Durante este período el desgaste es débil o al menos constante.
3. Una tercera etapa llamada de envejecimiento, se caracteriza por una razón de desgaste creciente, debido a desgastes cada vez más frecuentes y más graves, hasta deteriorar parcial o totalmente la pieza.

1.5.2. Clasificación de los tipos de desgaste

En la definición del tipo de desgaste y su magnitud inciden una serie de factores que se pueden agrupar de la siguiente forma:

- ✓ Condiciones de explotación o de operación: carga aplicada, velocidad, temperatura, tipos de movimiento, tipo de fricción, recorrido de fricción, tiempo de trabajo.
- ✓ Características de los cuerpos en contacto: materiales, composición química, dureza, dimensiones y forma, microgeometría superficial, microestructura.

❖ **Desgaste por fatiga:** Plantea, Bold, 1991, que el desgaste por fatiga superficial generalmente se considera debido a la acción de las tensiones o esfuerzos superficiales, sin medir necesariamente otra interacción físicas entre las



superficies de los cuerpos sólidos. El proceso de desgaste por fatiga está relacionado con ciclos de tensiones repetitivos en el contacto por rodadura o por deslizamiento.

El proceso de fatiga provoca deterioros en el material debido a las tensiones variables, cuyo nivel máximo no sería perjudicial si actuara en forma constante, a tracción o compresión.

❖ **Desgaste abrasivo.** Es el daño por la acción de partículas sólidas presentes en la zona del rozamiento, es decir es el desgaste producido por partículas abrasivas que se deslizan sobre la superficie metálica produciendo desprendimiento de material, dislocaciones de cristales y ralladuras profundas. Este desgaste se pone de manifiesto en equipos agrícolas, de construcción y minería. También se observa en el equipamiento empleado en la preparación de las arenas de moldeo de fundición. En una estructura determinada la intensidad de desgaste por abrasión depende de la forma, dureza y tamaño de los granos y partículas abrasivas. Govantes, 1989.

La velocidad de desgaste depende del grado de penetración del abrasivo en la superficie y por lo tanto es función de la dureza superficial del material. La dureza, la tenacidad y sobre todo la rugosidad de las partículas abrasivas, acentúan la abrasión, mientras que la fragilidad de éstas atenúa su efecto.

Si la dureza del abrasivo es muy superior a la dureza de la superficie fraccionada, el desgaste es fuerte. Si por lo contrario es más blando la velocidad de desgaste es lenta. Se debe tener en cuenta que si la dureza de ambos es similar, el más leve cambio de una de ellas puede aumentar considerablemente el desgaste.

❖ **Desgaste por erosión.** Es producido por una corriente de partículas abrasivas, muy común en turbinas de gas, tubos de escape y de motores. Pérdida de cohesión del material. Existencia de microcorte.

❖ **Desgaste por corrosión.** Originado por la influencia del medio ambiente, principalmente la humedad, seguido de la eliminación por abrasión, fatiga o erosión, de la capa del compuesto formado. A este grupo pertenece el Desgaste por oxidación. Ocasionado principalmente por la acción del oxígeno atmosférico o



disuelto en el lubricante, sobre las superficies en movimiento. El metal deformado plásticamente, al reaccionar con el oxígeno contenido en la atmósfera, forma estructuras de capas secundarias, que se diferencian del metal original por sus estructuras y propiedades de resistencia. La actuación de presiones produce la destrucción de esas capas y el descubrimiento consecutivo de nuevas superficies del metal puro. Este fenómeno se conoce con el nombre de desgaste oxidante. Escanaverino, 1983

❖ **Desgaste adhesivo.** Es el proceso por el cual se transfiere material de una a otra superficie durante su movimiento relativo, como resultado de soldado en frío en puntos de interacción de asperezas, en algunos casos parte del material desprendido regresa a su superficie original o se libera en forma de virutas o rebaba.

Llamado en Ingles (Galling) ocurre al fundirse metal sobre metal que aparece cuando al haber interferencia mecánica entre los componentes de la sección de los desgastes por adhesión. son identificados más fácilmente por la presencia de rallas (o partiduras) en la pared externa del pasador o el diámetro. Las condiciones de presión y viscosidad pueden también causar o forzar a los casquillos que raspen contra el pasador. Este tipo de desgaste es muy frecuente en el pasador debido al giro que se produce en las esteras, el cual se corrobora con el análisis metalográfico de la superficie, esta presenta surcos o ralladuras, a lo largo del movimiento del casquillo.

Tiene una gran influencia sobre el desempeño de los sistemas metal-metal, en particular, por el deslizamiento de la superficie del casquillo separador sobre la parte externa del pasador de la esteras en una pista curva. Caubet, 1971. Dado que el deslizamiento entre el casquillo y el separador involucra efectos de adhesión, altos porcentajes de deslizamiento por rodadura que afectan fuertemente el desgaste por fatiga de contacto por rodadura, que actúa en las superficies de contacto, la formación de escamas o superficies oscuras, la cual aumenta la dureza en la zona desgastada.



1.5.3. Mecanismo microestructural del desgaste

Se sabe que los metales son cuerpos cristalinos y, como tales, están constituidos por un conjunto de granos, cada uno de los cuales se hallan ordenados en cierta distribución geométrica, guardando sus posiciones determinada posición de simetría.

Estos átomos se hallan sujetos a sus posiciones (vibrando alrededor de ellas por su energía cinética) en virtud de las fuerzas de atracción y repulsión que se equilibran.

Cuando el metal soporta una carga todos los cristales se hallan sometidos a un estado de tensión - efecto de los esfuerzos que les corresponde soportar.

Observando como se comportan, pues, un cristal aisladamente y luego un conjunto. Cuando un cristal se halla sometido a la acción de un esfuerzo p todos sus átomos se hallaran en un estado de tensión y sobre una sección AB del cristal se desarrollan esfuerzos normales σ y tangenciales que dependen del esfuerzo p . Los esfuerzos tangenciales tienden a cizallar el cristal, deslizando un fragmento sobre otro. Los esfuerzos normales σ tienden a separar (o a juntar) las dos porciones del cristal seccionado. El que lo logren o no dependerá de los valores de σ y τ que a su vez dependerán de P y de la dirección de AB.

Los esfuerzos tangenciales aunque producen ruptura de los enlaces atómicos no ocasionan, en general, la ruptura del cristal metálico, pues la sencillez y regularidad de la distribución atómica da lugar a que la red se restablezca a cada avance de un espacio interatómico, con lo que la cohesión se restablece y el efecto de los sucesivos deslizamientos produce una deformación plástica.

Por el contrario, los esfuerzos normales al vencer la cohesión producen la ruptura total de la red cristalina, ya que ningún restablecimiento de la cohesión es posible.

Existen tres tipos de desgaste, los cuales no suelen presentarse de forma aislada, sino conjuntamente y aún en etapas sucesivas, dependiendo de las condiciones de trabajo a que esta sometida la pieza (Govantes, 1986). La acción conjunta de los distintos tipos de desgaste conduce a la destrucción del estado superficial del material o la pieza.



El desgaste metálico y abrasivo están caracterizados por el deslizamiento y arranque de la superficie metálica, la única diferencia radica en que uno ocurre entre metales y el otro con un abrasivo metálico o no metálico. Por lo que el modo de acción será análogo en los dos casos, según (Martínez, 1981).

1.6. Conclusiones del capítulo I

- ❖ Los automóviles ARO son medios de transporte existente en Cuba desde la década del 80, por lo que sus elementos por el período de trabajo prolongado han perdido su capacidad de trabajo y necesitan cambios.
- ❖ Las cajas de cambios es aquellas que se emplea en los automóviles para cambiar la relación de velocidad del mismo y alterar la relación de cambios, la cual puede cambiar de marcha.
- ❖ El desgaste como sistema complejo que actúa en superficie de metal-metal puede manifestarse en diferentes formas según la dinámica de trabajo del par tribológico.

CAPITULO II



CAPITULO II. MATERIALES Y MÉTODOS.

2.1. Introducción

Se denomina engranaje o ruedas dentadas al mecanismo utilizado para transmitir potencia de un componente a otro dentro de una máquina. Los engranajes están formados por dos ruedas dentadas, de las cuales la mayor se denomina corona y el menor piñón. Un engranaje sirve para transmitir movimiento circular mediante contacto de ruedas dentadas. Una de las aplicaciones más importantes de los engranajes es la transmisión del movimiento desde el eje de una fuente de energía, como puede ser un motor de combustión interna o un motor eléctrico, hasta otro eje situado a cierta distancia y que ha de realizar un trabajo. De manera que una de las ruedas está conectada por la fuente de energía y es conocido como engranaje motor y la otra está conectada al eje que debe recibir el movimiento del eje motor y que se denomina engranaje conducido. Si el sistema está compuesto de más de un par de ruedas dentadas, se denomina tren de engranajes.

En este capítulo se plantea como objetivo:

1. Fundamentar las propiedades a investigar y explicar los métodos, procedimientos y condiciones en la que se realizarán los experimentos.

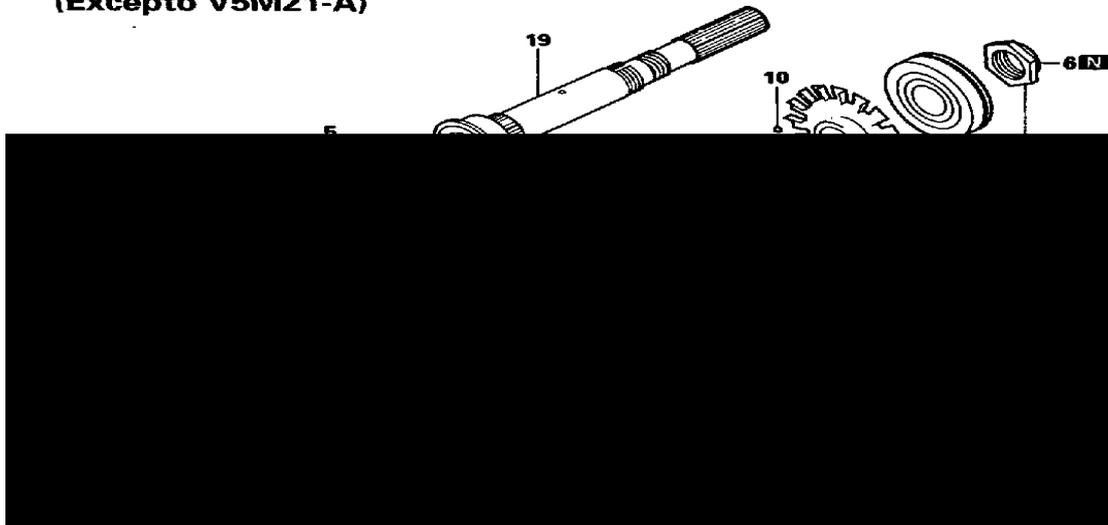
2.2. Análisis cinemático.

El movimiento de las ruedas del automóvil por la superficie es provocado por la aplicación sobre ellas de un torque o por la aplicación de una fuerza en el eje, paralela a la superficie del camino. En el primer caso, las ruedas del automóvil se llaman ruedas motrices y en el segundo caso, ruedas libres. Teniendo en cuenta estas definiciones tomaremos para el caso que se analiza tomaremos el primer caso.

En los automóviles es necesario disponer de un conjunto de mecanismos que transmitan el movimiento proporcionado por el motor hasta las partes móviles (ruedas, ejes). Los automóviles incorporan un sistema de embrague y una caja de cambios para transmitir el movimiento proporcionado por el motor. En la figura 2.1 se muestra el conjunto del mecanismo de la caja de cambio ha emplear en el ARO

"10" modelo 240, en el cual muestra el sistema de desarme del eje de salida trasero.

12. EJE DE SALIDA TRASERO (Excepto V5M21-A)



2.2.1. Pasos para efectuar el desarmado del eje.

Para realizar el desarmado del eje a ensamblar en el conjunto de la caja de velocidad del ARO se procederá siguiendo la numeración establecida a continuación.

Pasos del desarmado

1. Aro de resorte
2. Cubo del embrague (alta/baja)
3. Engranaje de baja velocidad
4. Espaciador del cojinete
5. Cojinete de agujas aBi **01D\$**
6. contratuerca
7. Cojinete de bolas radiales
8. Guía para aceite (solo V5M21-5)
9. Espaciador de la rueda dentada
10. Bola de acero
11. Rueda dentada de impulsión
12. Cojinete de agujas
13. Camisa de la rueda dentada
14. Bola de acero
15. Camisa del embrague
16. Cuba del embrague (2WD-4WD)
17. Placa de retención
18. Cojinetes de bolas
19. Eje de salida trasero



2.2.2. Cálculo cinemático de la caja de velocidad.

Al diseñar un sistema de transmisión, el ingeniero o el técnico especialista se encargará de que estos cálculos sean los más precisos posibles, para el caso que se analiza hay que considerar que la adaptación a realizar se hace sobre la base de dos marcas de carro de diferentes nacionalidades, para ello emplearemos el siguiente sistema de cálculo.

2.2.2.1. Velocidad del árbol del motor.

Definiendo el momento angular en el motor se podrá determinar si el movimiento calculado permite adaptarse a las condiciones de trabajo del automóvil, si esta es compatible con el motor, los cálculos realizados son para una velocidad promedio de 3 500 rev/min

Por lo que adoptamos la siguiente ecuación

$$W_m = \frac{2\pi \cdot n}{60} \quad (2.1)$$

Donde:

W_m = Velocidad angular del árbol del cigüeñal del motor; rad/s

n = revoluciones por minutos; rev/mi

60 = Factor de conversión a segundo; s

2.2.2.2. Velocidad angular del embrague.

La función del embrague es la que cuando se pisa, desconecta el motor de la caja de cambios. Mientras el embrague está pisado, el motor no proporciona fuerza; si se pisa el acelerador, no se notará un aumento de la velocidad, cuando el embrague se suelta, el motor vuelve a impulsar al automóvil.

$$W_{emb} = \frac{W_m}{i_{emb}} \quad (2.2)$$

Donde:

W_{emb} = Velocidad angular del embrague; rad/s

i_{emb} = Relación de transmisión entre el embrague y el motor a la salida.



2.2.2.5. Velocidad angular de la rueda motriz.

Es la velocidad que permite el movimiento desde los muñones del diferencial al sistema de ruedas del automóvil, en otras palabras es la relación que permite el desplazamiento del carro sobre el terreno.

$$W_{r.m} = \frac{W_{dif}}{i_{d.r.m}} \quad (2.6)$$

Donde:

W_{rm} = Velocidad angular de la rueda motriz.

W_{dif} = Velocidad angular del diferencial.

$i_{d.rm}$ = Relación de transmisión del diferencial y las rev del motor.

2.2.2.6. Velocidad tangencial.

Es aproximadamente igual a la velocidad de traslación del automóvil cuando no hay patinaje.

$$V = W_{r.m} \cdot r_r \quad (2.7)$$

Donde:

V = Velocidad tangencial; m/s

W_{rm} = Velocidad angular de la rueda motriz

r_r = Radio de la rueda; m

2.2.2.7. Relación de traición total

Es la relación total que incluye todas las relaciones de los elementos de transmisión como son: caja de velocidad, barra de transmisión y diferencial.

$$i_t = \frac{W_m}{W_{rm}} \quad (2.8)$$

Donde:

i_t = Relación de transmisión total

2.3. Análisis dinámico.

Se tiene en cuenta para determinar la potencia y el momento torsor que surge desde el motor hasta la rueda motriz. Al analizar la dinámica de las ruedas del automóvil encontramos diferentes casos, atendiendo a las condiciones de rigidez de la rueda y el camino. Teniendo en cuenta que los automóviles, independientemente de su destino, se mueven por vía generalmente pavimentadas, es decir, por caminos relativamente rígidos en comparación con las ruedas de los mismos.

2.3.1. Momento del motor.

Es momento necesario que necesita el motor para su puesta en funcionamiento, el momento del motor ve a estar dado en capacidad del torque que entrega a la caja a la salida del movimiento, así como a todos los demás elementos de la transmisión.

$$M_m = \frac{N_m}{W_m} \quad (2.9)$$

Donde:

M_m = Momento del motor, N/m

N_m = Potencia del motor; W

2.3.1. Potencia en el embrague.

Se tiene en cuenta las pérdidas que existe en el embrague y determinar su resistencia a los cambios de velocidades.

$$N_{emb} = N_m \cdot \eta_{emb} \quad (2.10)$$

Donde:

N_{emb} = Potencia del embrague; W

η = Rendimiento.

2.3.2. Momento del embrague.

Permite determinar el momento torsor que realiza el embrague, este aprovecha la potencia del motor, se debe tener en cuenta que en todos los sistemas de transmisión siempre existen pérdidas.



$$M_{emb} = \frac{N_{emb}}{W_{emb}} \quad (2.11)$$

Donde:

M_{emb} = Momento del embrague.

2.3.2. Potencia en la barra de transmisión.

Es aquella potencia que se genera desde el motor y que se distribuye a través de la caja de velocidad y de esta a su vez a la barra de transmisión, de donde se genera el momento motriz hacia las ruedas del automóvil.

$$N_{bt} = N_{cc} \cdot \eta_{bt} \quad (2.12)$$

Donde:

N_{bt} = Potencia de la barra de transmisión.

N_{cc} = Potencia de la caja de cambio

η_{bt} = Rendimiento de la barra de transmisión.

2.3.3. Momento en la barra de transmisión.

Relación de fuerza que presenta la barra en relación a la salida de movimiento a los otros órganos que generan el movimiento en la transmisión.

$$M_{bt} = \frac{N_{bt}}{W_{bt}} \quad (2.13)$$

Donde:

M_{bt} = Momento en la barra de transmisión.

2.3.4. Potencia de salida del diferencial.

Fuerza entregada por el diferencial a través de los ejes a la rueda motriz, la capacidad de tracción de los automóviles se mide por la cantidad de diferenciales que este tenga.

$$N_d = N_{bt} \cdot \eta_d \quad (2.14)$$

Donde:

N_d = Potencia del diferencial.

η_d = Rendimiento del diferencial.



Para el establecimiento de un adecuado plan para la recuperación de la caja que permitiera la selección y clasificación adecuada de las piezas, componentes y sistemas que determinan el mal estado técnico del mismo, primeramente se realizó un estudio y defectado encontrándose como problemas principales: desajuste en los puntos de apoyos de los ejes de la caja.

Los elementos reemplazados en la caja aparecen relacionados en la tabla 2.1

Tabla 2.1. Elementos reemplazados en la caja de velocidad.

Pieza	cantidad
Rodamiento del contraeje de la caja de velocidad	1 U
Rodamiento de la caja del extensión contraeje de la caja de velocidad	1 U
Rodamiento del eje principal de la caja de velocidad	1 U
Rodamiento de bolas, eje velocidad	1 U
Rodamiento, eje de mando	1 U
Aro del sincrónico, 1ra & 2da velocidad	1 U
Rodamiento, corona dentada motriz	1 U
Aceite	4 L
Disco de embrague	1 U
Plato opresor	1 U
Rodamiento collarín	1 U

2.5. Recomendaciones para la reparación de los motores de combustión interna.

El taller que se deba elegir para examinar o reparar un motor no es una consideración de precio, sino de calidad. Si escogemos un taller que identifique un problema menor que resulta en menores gastos y tiempo perdido, mejor. Si necesitamos una reparación total y escogemos un taller que rectifique el motor con las condiciones y herramientas adecuadas, podemos aprovechar una segunda vida útil del motor.

1. Cuando alguien dice que el motor requiere una reparación, hay que pedir los resultados de la prueba de compresión y comprobar que conoce el procedimiento correcto para hacerla.
2. El taller tiene que ser limpio, con un piso de hormigón. Toda la tierra que llega a las piezas las lijara en los primeros kilómetros de recorrido.



3. Hay que asegurar que se observe las precauciones de limpieza de piezas, no solo del ambiente, sino de todo el material generado por pulido o esmerilado.
4. Tiene que tener el cuidado de marcar todas las piezas para colocarlos en el mismo lugar.
5. Hay que ver que tenga las herramientas necesarias, incluyendo el torquímetro, el calibrador (que puede medir hasta el fondo de los cilindros), el medidor del estirado de los pernos en los cojinetes, el "hone" para esmerilar, los libros de tolerancia y torque.
6. Hay que calificar el nivel de educación del personal, y el grado de supervisión de los técnicos a los mecánicos básicos.
7. Por lo que varían las condiciones de los motores cuando se reparan, se varía el trabajo necesario para repararlos.
8. Una vez abierto el motor, hay que verificar y reemplazar todas las piezas que están fatigadas o desgastadas para evitar otra reparación por culpa de ellas.
9. Si cotizan pernos por tamaño sin especificar el grado SAE, tendrán problemas con la reparación.
10. Una vez reparado, hay que hacer el primer cambio de aceite entre los 50 a 100 horas u 800 a 1000 kilómetros para eliminar los residuos de metales del asentado.
11. Es normal que gaste un poco de aceite al asentarse. Si continua gastando aceite después de 5000 kilómetros, la reparación no fue hecha correctamente.

2.6. Conclusiones del capítulo II

- ❖ Al realizar el diagnostico de la caja del ARO "10" Modelo 240 del ISMMM se pudo comprobar que las piezas que componen el mecanismo del mismo están desgastadas y que las causas detectadas invalidan el funcionamiento de la mismo.
- ❖ En el epígrafe 2.2.2 y 2.3 respectivamente se establece el calculo cinemática y dinámico de la transmisión en la caja de velocidad, con los cual permite determinar las condiciones normales de tracción del ARO "10" Modelo 240.
- ❖ En el presente capítulo se establece unas series de recomendaciones para el cuidado y conservación de las cajas de velocidades en motores de combustión



internas y una reparación técnicamente bien realizada dará años de servicio al equipo sin problemas, una reparación efectuada sin tomar en cuenta los aspectos técnicos básicos expresados y tratando de ahorrar gastos necesarios ocasionará pérdidas económicas y de tiempo.

CAPITULO III



CAPITULO III. ANALISIS DE LOS RESULTADOS.

3.1. Introducción

A partir del año 1990, la economía de la República de Cuba se ha visto excepcionalmente sometida a los rigores de una situación de emergencia económica, que en el ámbito nacional se ha dado a llamar "período especial de tiempo de paz".

Ello ha sido la resultante, en primer lugar, de la combinación de la desaparición, a fines del año 1991, de la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas (U.R.S.S.), de los profundos cambios políticos, económicos y sociales ocurridos en los antes países socialistas de Europa del Este y de la desintegración del Consejo de Ayuda Mutua Económica (C.A.M.E.), con los cuales Cuba sostenía el 85% del intercambio comercial y a través de los mismos se sostenían estrechas relaciones de colaboración bilateral y multilateral económica y científico - técnica para el desarrollo, sobre bases de intercambio justo.

En segundo lugar, porque aprovechando dicha coyuntura, a partir del año 1992, el gobierno de los Estados Unidos de América, endureció las medidas de bloqueo económico, comercial y financiero, impuestos contra Cuba a partir del mes de marzo de 1961. En octubre de 1992 se aprueba la ley denominada "Cuban Democracy Act", también conocida como "Ley Torricelli" que proscribe el comercio de subsidiarias con Cuba e impone severas restricciones a los barcos extranjeros que visiten Cuba y, en marzo de 1996, entró en vigor la ley denominada "Cuba Liberty and Democratic Solidarity Act" también conocida como "Ley Helms-Burton", dirigida a impedir la recuperación económica de Cuba bajo su actual gobierno al frenar la inversión extranjera, entre otros aspectos. Por último, en tercer lugar, por la transformación en el funcionamiento de la economía mundial, con la introducción de la globalización y el auge del neoliberalismo.

En este período vivido a partir del año 1990, los recursos a que tuvo acceso el país fueron absolutamente insuficientes para satisfacer todas las necesidades básicas de la población, por lo que fueron asignados con un alto nivel de selectividad, con vistas a garantizar un nivel mínimo de consumo social, al tiempo



que se favorecieran nuevas relaciones de encadenamiento productivo, con la formación de sectores emergentes y el fomento de la inversión extranjera, como solución a problemas del proceso de reproducción de la economía, la diversificación de las exportaciones, la penetración en nuevos mercados, la adquisición de tecnologías avanzadas y la introducción de prácticas de gestión empresarial, prioridades estas con las cuales el transporte de pasajeros no ha podido competir en lo que a la asignación de recursos financieros se refiere.

El objetivo del capítulo es:

1. Realizar la valoración crítica de los resultados y a través de ella, explicar los fundamentos científicos que dan solución al problema planteado a partir de la interpretación de las regularidades observadas.

3.2. Análisis del proceso de ensamblaje de la caja de velocidad.

El estado técnico del sistema de transmisión de potencia recuperado era deplorable. Para el establecimiento de un adecuado plan para la recuperación del sistema de transmisión de potencia que permitiera la selección y clasificación adecuada de las piezas, componentes y sistemas que determinan el mal estado técnico del mismo, primeramente se realizó un estudio y defectado encontrándose como problemas principales: Ruido excesivo y desarreglos en la caja de velocidades y diferencial trasero.

Para evitar los defectos mencionados anteriormente y preparar técnicamente al personal que debe realizar las operaciones de mantenimiento en el sistema de transmisión del ARO "10" Modelo 240.

La disposición de los elementos del sistema de transmisión dependerá de la situación relativa que exista entre el motor y las ruedas motrices.

Todos estos elementos con misiones específicas, dentro del sistema de transmisión o cadena cinemática. En la figura 3.1 se establece el sistema de arme de la caja de velocidad a través del despiece de la misma.

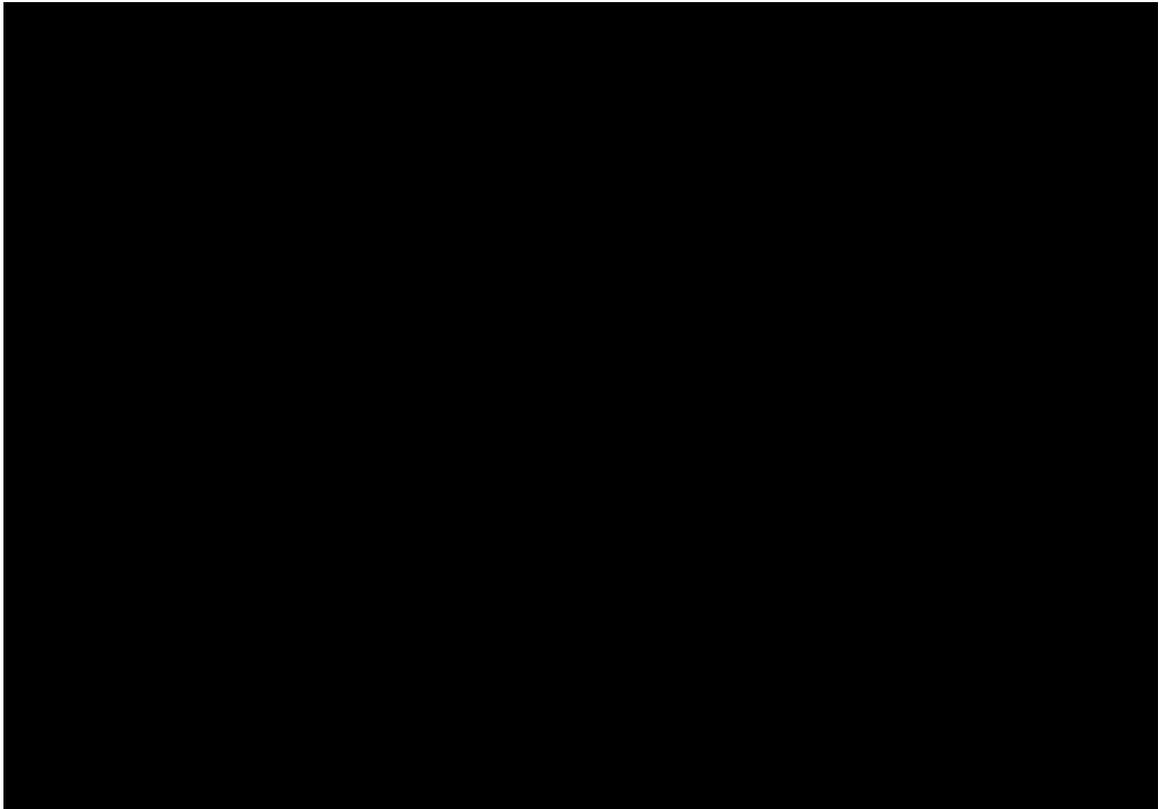


Figura 3.1. Despiece para el arme del conjunto de la caja de velocidad.

3.2.1. Pasos del armado de la caja de velocidad.

El conjunto que aparece a continuación permite el fácil arme de la caja de velocidad.

47. Aro de resorte
48. Engranaje impulsor del velocímetro
49. Aro de resorte
50. Cojinete trasero del eje principal \$ 51. Tuerca de seguridad del eje principal
52. Tuerca de seguridad del eje de contra marcha
53. Cojinete trasero del eje de contramarcha
54. Engranaje de sobre marcha del eje de contramarcha
55. Espaciador
56. Engranaje de marcha atrás del eje de contramarcha
57. Espaciador
58. Espaciador



59. Bola de acero
60. Engranaje de sobremarcha
61. Cojinete de agujas OO
62. Camisa del cojinete
63. Espaciador del cojinete
64. Camisa del sincronizador de sobremarcha marcha atrás
65. Aro sincronizador de sobre marcha
66. Resorte de sincronizador de sobremarcha- marcha atrás
67. Curia de sincronizador de sobremarcha- marcha atrás
68. Cubo sincronizador de sobremarcha- marcha atrás
69. Placa de retención
70. Espaciador
71. Chaveta
72. Tuerca ranurada
73. Arandela de empuje
74. Engranaje loco de marcha atrás
75. Cojinete de agujas
76. Perno
77. Eje del engranaje loco de marcha atrás
78. Perno
79. Reten del cojinete trasero.

3.2.2. Parámetros establecidos para el Ensamble de la caja.

Para realizar el ensamble de la caja se tendrán en cuenta las especificaciones técnicas del fabricante, las diferentes medidas entre elementos, es de vital importancia mantener las especificaciones de tolerancia dada por el fabricante. El cumplimiento de estas normas por parte del personal técnico garantizará en gran medida que las piezas cambiadas trabajen adecuadamente y no exista desgaste o juego axial entre las holguras estandarizadas. En la tabla 3.1 se relacionan las especificaciones técnicas del fabricante.



Tabla 3.1. Especificaciones técnicas del fabricante.

Nombres de piezas	Espesor mm (pulg.)	Número de piezas
Transferencia (KM145, KM147, V5M21)		
Aro de resorte	2,30 (0,0906)	MD704199
(Para el ajuste del cojinete del engranaje de entrada)	2,35 (0,0925)	MD704200
	2,40 (0,0945)	MD704201
	2,45 (0,0965)	MD704202
	2,50 (0,0984)	MD704203
Aro de resorte	2,70 (0,1063)	MD704204
(Para el ajuste del conjunto del engranaje de entrada)	2,75 (0,1083)	MD704205
	2,80 (0,1102)	M D704206
	2,85 (0,1122)	M D704207
	2,90 (0,1142)	MD704208
Aro de resorte	2,14 (0,0843)	MD704212
(Para el ajuste del cubo del embrague de alta/baja)	2,21 (0,0870)	MD704213
	2,28 (0,0898)	MD704214
	2,35 (0,0925)	MD704215
	2,42 (0,0953)	MD704216
Espaciador	0,84 (0,0331)	MD701845
(Para el ajuste del eje de salida trasero)	0,93 (0,0366)	MD701839
	1,02 (0,0402)	MD701840
	1,11 (0,0437)	MD701841
	1,20 (0,0472)	MD701842
	1,29 (0,0508)	MD701843
	1,38 (0,0543)	MD701844
Anillo de resorte	2,56 (0,1008)	MD738386
(Para el ajuste del cubo de bloqueo del diferencial)	2,63 (0,1035)	MD738387
	2,70 (0,1063)	MD738388
	2,77 (0,1091)	M D738389
	2,84 (0,1118)	MD738390
	2,91 (0,1146)	MD738391
	2,98 (0,1173)	MD738392
Anillo de resorte	2,18 (0,0858)	MR388669
(Para el ajuste cojinete trasero del eje de salida trasero)	2,25 (0,0886)	M R388670
	2,32 (0,0913)	MR388671
	2,39 (0,0941)	MR388672
Anillo de resorte	2,56 (0,1008)	M D738393
(Para el ajuste del cubo del embrague de 2WD/4WD)	2,63 (0,1035)	MD738394
	2,70 (0,1063)	MD738395
	2,77 (0,1091)	MD738396
	2,84 (0,1118)	MD738397



3.2.3. Fregado de todas las piezas que conforman el motor.

Se hace con el objetivo de eliminar toda grasa y suciedades que puedan quedar impregnadas en las piezas del automóvil, estas constituyen elementos abrasivos que atentan con el funcionamiento del motor

- ✓ Usar diesel y flotar con un trapo libre de partículas.
- ✓ Fregar con detergente líquido.
- ✓ Desaguar con agua a presión.
- ✓ Secado con un trapo limpio.
- ✓ Dejar expuesto al sol hasta el secado total.
- ✓ Cubrir toda la superficie con grasa sólida para prevenir la corrosión.

3.3. Análisis de la metodología de cálculo.

Los cálculos ha establecer en el desarrollo de la presente metodología es solamente es valida sin considerar cargas en el automóvil.

3.3.1 Análisis de velocidad del árbol del motor.

Para determinar la velocidad del motor, como se expresó en el capítulo anterior, la velocidad máxima que admite el motor es de 5000 rev/m, admitimos una velocidad media de 3 500 rev/min. Sustituyendo en la ecuación 2.1

$$W_m = \frac{2\pi \cdot 3500}{60}$$

$$W_m = 366 \text{ rad/s}$$

Como rapidez del motor se entiende el valor de velocidad angular del árbol del cigüeñal motor para la cual se obtiene la potencia máxima. Mientras mayor sea la velocidad angular el motor tendrá menores dimensiones y al mismo tiempo será más ligero. Para el ARO, con esta velocidad hubiese tenido un desgaste acelerado de las piezas del mismo. Por lo que esta velocidad es admisible en las condiciones de adaptación según el motor seleccionado.

3.3.2. Análisis de la velocidad angular del embrague.

- Los automóviles incorporan un sistema de embrague y una caja de cambios para transmitir el movimiento proporcionado por el motor. Las cajas de cambios modernas tienen diferentes sistemas de engranajes (normalmente seis: cinco para



las diferentes velocidades y uno para la marcha atrás). Para el caso que se analiza tendremos estas mismas características. Por la ecuación 2.2

$$W_{emb} = \frac{366}{1}$$

$$W_{emb} = 366 \text{ rad/s}$$

La velocidad del embrague es igual a la velocidad del motor, ya que la relación de transmisión existente es 1

3.3.3. Análisis de la velocidad de salida de la caja de cambio para ambas velocidades.

Se realiza el cálculo para las diferentes salidas de la caja de velocidad, como existe 5 velocidades marcha adelante y una marcha atrás se establecerán los cálculos según la ecuación 2.3.

$$W_{cc_1} = \frac{366}{4,33} = 84,5 \text{ rad / s ; para la primera velocidad.}$$

$$W_{cc_2} = \frac{366}{2,355} = 155 \text{ rad / s ; para la segunda velocidad.}$$

$$W_{cc_3} = \frac{366}{1,509} = 242,5 \text{ rad / s ; Para la tercera velocidad.}$$

$$W_{cc_4} = \frac{366}{1} = 366 \text{ rad / s ; Para la cuarta velocidad}$$

$$W_{cc_5} = \frac{366}{0,827} = 442,6 \text{ rad / s ; Para la quinta velocidad}$$

$$W_{cc_{retr}} = \frac{366}{4,142} = 88,4 \text{ rad / s ; Retroceso.}$$

Al analizar las seis salida de las velocidades de la caja de cambios, se puede apreciar que en la medida que disminuye el número de dientes se incrementan las velocidades, entre la primera y el retroceso existe pequeña diferencia de fuerza, esto demuestra además que esta adaptación le permitirá al ARO ganar tanto en velocidad como en fuerza.



3.3.4. Análisis de la velocidad angular de la barra de transmisión en la entrada del diferencial.

Los resultados a obtener serán iguales que los obtenidos en la caja de cambios ya que la relación de transmisión entre esta y la barra de transmisión es 1. Sustituyendo en la ecuación 2.4

$W_{bt1} = \frac{84,5}{1} = 84,5rad / s$; Para la barra cuando se conmuta la primera velocidad.

$W_{bt2} = \frac{155}{1} = 155rad / s$; Para la barra cuando se conmuta la segunda velocidad.

$W_{bt3} = \frac{242,5}{1} = 242,5rad / s$; Para la barra cuando se conmuta la tercera velocidad.

$W_{bt4} = \frac{366}{1} = 366rad / s$; Para la barra cuando se conmuta la cuarta velocidad.

$W_{bt5} = \frac{442,6}{1} = 442,6rad / s$; Para la barra cuando se conmuta la quinta velocidad.

$W_{btret} = \frac{88,4}{1} = 88,4rad / s$; Para la barra cuando se conmuta el retroceso.

Se aprecia que los valores obtenidos son iguales para la velocidad de la caja, ya que estos valores de transmisión son directamente proporcionales en la entrega del movimiento.

3.3.5. Análisis de la velocidad angular de salida del diferencial.

Determinaremos según la fórmula 2.5 la velocidad angular teniendo en cuenta que relación que obtuvimos entre el diferencial y la barra de transmisión se adoptó el 2:1



$$W_{dif} = \frac{84,5}{2} = 42,25 \text{ rad / s ; para la primera velocidad}$$

$$W_{dif} = \frac{155}{2} = 77,5 \text{ rad / s ; para la segunda velocidad}$$

$$W_{dif} = \frac{242,5}{2} = 121,25 \text{ rad / s ; para la tercera velocidad}$$

$$W_{dif} = \frac{366}{2} = 183 \text{ rad / s ; para la cuarta velocidad}$$

$$W_{dif} = \frac{442,6}{2} = 221,3 \text{ rad / s ; para la quinta velocidad}$$

$$W_{dif} = \frac{88,4}{2} = 44,2 \text{ rad / s ; para el retroceso.}$$

Como se observa hay pérdida de la velocidad angular debido a que la relación de transmisión es 2, el diferencial a la entrada pierde la mitad de la velocidad angular que tenía a la salida de la barra de transmisión.

3.3.6. Análisis de la velocidad angular de la rueda motriz.

Esta es la relación de la fuerza tractiva que es la componente de la reacción del camino, paralela al mismo y que actúa en la rueda motriz.

$$W_{r.m} = \frac{42,25}{1} = 42,25 \text{ rad / s ; Para la primera}$$

$$W_{r.m} = \frac{77,5}{1} = 77,5 \text{ rad / s ; Para la segunda}$$

$$W_{r.m} = \frac{121,25}{1} = 121,25 \text{ rad / s ; Para la tercera}$$

$$W_{r.m} = \frac{183}{1} = 183 \text{ rad / s ; Para la cuarta}$$

$$W_{r.m} = \frac{221,3}{1} = 221,3 \text{ rad / s ; Para la quinta}$$



$$W_{r.m} = \frac{44,2}{1} = 44,2 \text{ rad} / s ; \text{ Para el retroceso.}$$

3.3.7. Análisis de la velocidad tangencial.

La velocidad tangencial de traslación cuando no hay patinaje y según la ecuación 2.7 tenemos que tener en cuenta el radio del neumático.

$$V_1 = 44,25 \cdot 0,235 = 9,9 \text{ m} / s$$

$$V_2 = 77,5 \cdot 0,235 = 18,2 \text{ m} / s$$

$$V_3 = 121,25 \cdot 0,235 = 28,5 \text{ m} / s$$

$$V_4 = 183 \cdot 0,235 = 43 \text{ m} / s$$

$$V_5 = 221 \cdot 0,235 = 52 \text{ m} / s$$

$$V_{ret} = 44 \cdot 0,235 = 10,3 \text{ m} / s$$

3.4. Análisis dinámico.

3.4.1. Momento del motor.

La fuerza que entrega el motor a la entrada del embrague y que sale a la entrada de la caja por la ecuación 2.9

$$Mm = \frac{70000W}{366} = 191,25 \text{ N} / m$$

3.4.2. Potencia en el embrague.

Las pérdidas calculadas por la ecuación 2.10, sustituyendo los valores:

$$N_{emb} = 70000 \cdot 0,999 = 69930W$$

Esta disminución significa que el motor pierde al entregar al embrague 0,1kW

3.4.3. Análisis del Momento del embrague.

Aprovechando la potencia del embrague tendremos que el momento según la ecuación 2.11

$$M_{emb} = \frac{69930}{366} = 191,66 \text{ m}$$



3.4.4 Potencia en la barra de transmisión.

Sustituyendo en la ecuación 2.12 tenemos que.

$$N_{bt} = 67832 \cdot 0,97 = 65797,04W$$

3.4.5. Momento en la barra de transmisión.

Para los valores calculados según la ecuación 2.13

$$M_{bt1} = 778,66 \text{ N/m}$$

$$M_{bt2} = 424,5 \text{ N/m}$$

$$M_{bt3} = 271,3 \text{ N/m}$$

$$M_{bt4} = 179,8 \text{ N/m}$$

$$M_{bt5} = 148,7 \text{ N/m}$$

3.4.6. Potencia de salida del diferencial.

Sustituyendo en la ecuación 2.14

$$N_d = 65797,04 \cdot 0,97 = 63823W$$

3.4.7. Momento que desarrolla el diferencial.

Según ecuación 2.15

$$M_1 = \frac{63823}{42,25} = 1510,6N / m$$

$$M_2 = \frac{63823}{77,25} = 826,18N / m$$

$$M_3 = \frac{63823}{121,25} = 526,4N / m$$

$$M_4 = \frac{63823}{183} = 348,75N / m$$

$$M_5 = \frac{63823}{221,3} = 288,4N / m$$

$$M_{ret} = \frac{63823}{44,2} = 1443,97N / m$$



3.4.9 Análisis del rendimiento de la transmisión

$$\eta_{tt} = \eta_{emb} \cdot \eta_{cc} \cdot \eta_{ct} \cdot \eta_{dif} \cdot \eta_r = 0,88$$

3.5. Valoración del impacto medio ambiental.

El transporte automotor es una de las principales fuentes emisoras de gases contaminantes provenientes de la combustión de los motores, que provoca un doble efecto dañino, pues mientras algunos de los componentes gaseosos afectan la salud humana (CO, NOx y HC), otros conllevan al incremento de los gases de efecto invernadero (CO₂, CH₄ y N₂O), incidentes en el cambio climático que afecta a la Tierra

Los MCI son potenciales contaminadores del medio ambiente, entre los efectos más relevantes se mencionan los siguientes:

El **Dióxido de Carbono** y demás partículas nocivas emitidas por los tubos de escape de los vehículos con motor de combustión contribuyen en gran manera, al ser tan elevado su número. Contribuye al Efecto Invernadero, a la Lluvia Ácida y la capa de Ozono (esta en muy poca medida):

Efecto Invernadero: La quema de combustibles fósiles aumenta la cantidad de Dióxido de Carbono en la atmósfera, que atrapa calor extra. Si continua así subirá la temperatura de la Tierra ocasionando muchos problemas.

Lluvia Ácida: Causada principalmente por el nitrógeno despedido por los tubos de escape. Cuando esta contaminación se mezcla con el vapor de agua y el oxígeno de la atmósfera, se producen ácido nítrico y sulfúrico. Esta mezcla cae con la lluvia incrementando la acidez de lagos, ríos y sustrato en general, incluyendo plantas y animales.

Actualmente, los países y regiones geográficas con mayor desarrollo y los que están en vías de ello, establecen normativas para el control de las emisiones de gases de los vehículos automotores, que abarcan desde los aspectos relacionados con el diseño y construcción hasta los vinculados con la explotación de los mismos.

Está demostrado que el problema de la contaminación ambiental crece cada día, con un efecto directo sobre la salud humana.



En cuanto a Cuba, el parque automotor a pesar de que se está modernizando, se caracteriza por proceder de diferentes zonas geográficas y por tener un variado conjunto de técnicas de fabricación, lo que unido al envejecimiento técnico ocasionado por el prolongado período de explotación, posee tecnologías de baja eficiencia energética que promueve altos niveles de emisiones de gases de combustión.

Esta situación impide la elaboración de regulaciones y/o normas de emisión con carácter general, pues mientras las empresas transportistas estatales y propietarios particulares que dispongan de vehículos modernos apenas tienen que realizar esfuerzos para cumplirlas, los que poseen medios con tecnologías atrasadas no podrán lograrlo, a no ser mediante el manejo de determinadas inversiones que no siempre el país está en condiciones de enfrentar. Debido a lo anterior es que se hace necesaria la elaboración de regulaciones y/o normas de emisión que, además de considerar las categorías del vehículo atendiendo al peso y potencia, consideren las particularidades tecnológicas y desgastes técnicos de estos, así como las posibilidades económicas del país para alcanzar determinados niveles de eficiencia energética y ambiental.

3.6. Valoración económica.

El parque automotor del ISMMM presenta un nivel de envejecimiento pronunciado, que sin duda encárese la actividad de mantenimiento y reparación. Por lo que la situación económica y financiera del centro no permite tener un aseguramiento de piezas de repuesto que permita la planificación del desarrollo de reparaciones del transporte. En la toma de decisión para la recuperación del Motor de Mitsubishi 4D56 <1991 a 1993, correspondientes al ARO "10" Modelo 240 del ISMMM

En la tabla 3.2 se relaciona el costo de una caja de velocidad nueva.

Tabla 3.2. Costo de una caja de velocidad nueva.

Pieza	Cantidad	Precio	Costo
Caja de velocidad	1	2850.99	2850.99

En la tabla 3.3 se relacionan los renglones y el costo de cada uno según empleados en la sustitución de elementos.



Tabla 3.3. Costos de los materiales.

pieza	cantidad	precio	costo
rodamiento del contraeje de la caja de velocidad	1	5.22	5.22
rodamiento de la caja del extensión contraeje de la caja de velocidad	1	20.63	20.63
rodamiento del eje principal de la caja de velocidad	1	34.14	34.14
rodamiento de bolas, eje velocidad	1	18.95	18.95
rodamiento, eje de mando	1	27.1	27.1
aro del sincrónico, 1ra & 2da velocidad	1	30.34	30.34
rodamiento, corona dentada motriz	1	24.75	24.75
aceite	4	2.25	9
disco de embrague	1	96.5	96.5
plato opresor	1	179.35	179.35
rodamiento collarín	1	62.5	62.5
Costo total			

Los rublos cuantificados son valorados en CUC 508,48 CUC

Los operarios que intervienen en el proceso son:

Mecánico Automotriz "A" costo por hora 2,68

Tiempo estimado 16 h. Costo total \$ 42,88

Ayudante. Costo total por h \$ 2,33

Tiempo estimado 16 h. \$ 37,28

Costo total por mano de obra. \$ 80,16

3.6. Conclusiones del capítulo III

- ❖ Se propuso la metodología para desarme de la caja de velocidad del ARO "10" Modelo 240, así como los pasos a seguir para el posterior arme del mismo.
- ❖ Las especificaciones establecidas para el montaje de cada elemento es de vital cumplimiento por parte del personal técnico encargado sobre todas las cosas del mantenimiento Preventivo Planificado (MPP)
- ❖ Al analizar las variantes económicas, se pudo determinar que el proceso de recuperación de la caja del ARO "10" Modelo 240, la compra de la misma asciende a 2850.99 CUC y la recuperación 508,48 CUC para un ahorro de 2342,51 CUC



- ❖ A pesar de las ventajas que representa el transporte en nuestro país una de sus mayores limitantes es la emisión de gases contaminantes de la atmósfera.

Conclusiones Generales.

- ❖ Debido al tiempo de permanencia de los ARO "10" Modelo 240, de fabricación Rumana los agregados de la caja de velocidad se encuentran en estado de deterioro (desgastados) y necesitan ser sustituido o reemplazado por otros elementos de transmisión de mejores condiciones técnicas.
- ❖ Por efecto progresivo del desgaste las piezas que componen la caja de velocidad del ARO "10" Modelo 240 del ISMMM están desgastadas y que las causas detectadas invalidan el funcionamiento del mismo, por lo que requiere la sustitución total de sus agregados.
- ❖ Al efectuar la recuperación de la caja de velocidad se estableció que la compra de una caja nueva equivale a 2850,99 CUC y la reparación 508,48 CUC, por lo que con el empleo de la segunda variante se ahorra un total de 2342,51 CUC.

Recomendaciones.

- ❖ Realizar el mantenimiento Preventivo Planificado del motor ARO "10" modelo 240 al recorrer 20 000 km. o 1000 h de trabajo.
- ❖ Efectuar la revisión de aceite en la caja de cambio al recorrer 5 000 km.
- ❖ Realizar revisión de crucetas cuando estas hayan recorrido 5 000km



Bibliografías

1. Allen, W. A. Conozca su automóvil, México 1965.
2. Ariaspaz, M. Manual de automóviles, 34 ed. Madrid 1999.
3. Bold, P.E. Shear mode crack growth and rolling contact fatigue. *Wear*. Vo: 307-317, 1991.
4. Casado, E y García J, J. *Fundamentos Tecnológicos del Automóvil*. Madrid, España, Thomson/Paraninfo, 2002.
5. Escanaverino, J. M. *Teoría y práctica del rozamiento*. La Habana, 1983.
6. Govantes, G. Rodríguez, G. *Relación entre el desgaste abrasivo, composición química y propiedades mecánicas de una familia de aceros inoxidables al Cr-Ni-Cu-Al*. *Revista construcción de maquinarias*. Santa Clara, No 1: 21-26, 1989.
7. Pálmer, M. D, Tesis en opción al título de Máster en Mecanización de la Producción Agropecuaria. Camaguey, 2006.
8. Reshetov. Elementos de Máquinas. Pueblo y Educación, 1983.
9. Shigle. Diseño de elementos de máquinas. Pueblo y Educación, 1983.
10. Martínez, F. Wieslaw, L. *Aspectos físico – químicos del desgaste abrasivo*. *Revista construcción de maquinaria*. Santa Clara. No 2: 11-35. 1981.
11. Verdeja, L, González, R. *El desgaste de materiales en el crisol de horno alto: conceptos generales*. *Revista de minas*. Madrid: No 13 -14, 1996.
12. Widman R. La Rectificación de Motores de Combustión Interna, 2008