

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO**

**SEDE LATACUNGA**

**CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**PROYECTO DE GRADO**

**ANÁLISIS DE OPERACIÓN Y PUESTA EN**

**FUNCIONAMIENTO DE UN SISTEMA TRANS – EJE DE**

**CINCO VELOCIDADES NISSAN**

**RODRIGO ENRIQUE NARANJO TRICERRI**

**DIRECTOR: Ing. JUAN CASTRO**

**CODIRECTOR: Ing. OSWALDO JÁCOME**

**LATACUNGA - ECUADOR**

**OCTUBRE 2003**

## **CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr. Rodrigo E. Naranjo Tricerri bajo nuestra dirección.

Ing. Juan Castro

**DIRECTOR**

Ing. Oswaldo Jácome

**CODIRECTOR**

## **AGRADECIMIENTO**

Con mucho amor y en forma incondicional mis padres me dieron la oportunidad de estudiar y es así que, con este trabajo quiero dejar constancia de la gratitud que tengo hacia Rodrigo y Lyly.

Una mención especial para la ESPE Latacunga, al personal docente de Mecánica Automotriz y de manera muy especial a los ingenieros Juan castro y Oswaldo Jácome, director y codirector de este trabajo, que con su espíritu de servicio, generosidad y amistad supieron guiarme para lograr las metas propuestas.

Rodrigo E. Naranjo T.

## **DEDICATORIA**

Primero que nada y ante todo quiero dedicar este trabajo al Divino Niño que con su luz me guió para lograr el cometido propuesto.

Existen personas muy importantes en la vida de cada ser a las cuales se les dedica tiempo, cariño, amor y triunfos obtenidos en la vida; en mi vida, estas personas importantes son: mi esposa Ma. Isabel, mis hijos Doménica y Rodrigo Jr., mis padres Rodrigo y Lylly y mis hermanos Tanya, Raúl y Mari.

# INTRODUCCIÓN

La Escuela Politécnica del Ejército sede Latacunga, tiene la misión de entregar al país profesionales con formación integral con valores de honestidad, moral y trabajo.

Hoy en día el mercado automotriz tiene gran trascendencia en la vida cotidiana, razón por la cual los vehículos han pasado de ser un lujo una necesidad para los habitantes, es por eso que los técnicos que entrega la Facultad deben estar familiarizados sino es con todo el sector automotriz por lo menos con los de mayor prestigio y sus componentes, tal es el caso de la transmisión de los vehículos Nissan B 13.

En la actualidad, uno de los factores predeterminantes es el conocimiento, es por eso que con este trabajo se quiere que los técnicos que salen de esta Facultad tengan basta experiencia y práctica en la mayor cantidad de temas que sea posible, razón por la cual he visto conveniente realizar un estudio relacionado con la transmisión del vehículo NISSAN SENTRA.

Después de revisar este proyecto el técnico a mas de tener un texto de consulta, estará en la capacidad de poder dar servicio a este tipo de transmisiones y a otras

con similares características, ya que el estudio realizado abarca temas que son relacionados con diferentes tipos de transmisiones, que pueden dar la idea al estudiante del funcionamiento de los distintos tipos de transmisiones.

## **OBJETIVOS**

- Dejar para el estudiante un instrumento de consulta y material de apoyo para dar servicio a transmisiones delanteras.
- Crear una fuente de información a la comunidad de este tipo de transmisiones.
- Realizar un manual de servicio para dar mantenimiento preventivo y correctivo de este tipo de transmisiones.
- Determinar las relaciones de transmisión tanto de la caja como del diferencial.
- Observar el funcionamiento de la transmisión mediante cortes en la coraza de la misma.
- Elaborar un vídeo ilustrativo de la forma de dar servicio a este tipo de transmisiones.
- Situar la transmisión en un banco de tal manera que esta sea accionada por un motor eléctrico y así poder observar el funcionamiento de la caja.

## **JUSTIFICACIÓN**

El tema de tesis esta orientado para que los alumnos de la facultad, puedan tener acceso a un manual de servicio para este tipo de transmisiones y así tengan el conocimiento suficiente para dar servicio de mantenimiento preventivo y correctivo de este sistema automotriz.

<b>CAPITULO 1 TRANSMISIONES</b>	<b>1</b>
1.1 CONCEPTOS BÁSICOS .....	1
1.1.1 EMBRAGUES, TIPOS DE EMBRAGUES.....	1
1.1.1.1 EMBRAGUES DE FRICCIÓN.....	3
1.1.1.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS EMBRAGUES DE FRICCIÓN.....	4
1.1.1.3 ANÁLISIS DE FUNCIONAMIENTO DE LOS EMBRAGUES DE FRICCIÓN.....	4
1.1.2 ENGRANES, TIPOS DE ENGRANES.....	6
1.1.2.1 LEY DE LOS ENGRANES.....	8
1.1.3 COJINETES, TIPOS DE COJINETES.....	8
1.1.3.1 DESCRIPCIÓN DE LOS PRINCIPALES TIPOS.....	10
1.1.3.1.1 COJINETES PARA CARGAS RADIALES.....	11
1.1.3.1.2 COJINETES PARA CARGAS AXIALES.....	12
1.1.4 SINCRONIZADOS.....	13
1.1.4.1 DISPOSITIVO DE SINCRONIZACIÓN CON CONO Y CERROJO.....	14
1.2. TIPOS DE TRANSMISIÓN.....	16
1.2.1. TRANSMISIÓN HIDRÁULICA.....	16
1.2.2. TRANSMISIÓN DE BANDA.....	18
1.2.3. TRANSMISIÓN DE CADENA.....	19
1.2.4. TRANSMISIÓN POR ENGRANES.....	20
1.3. RELACIONES DE TRANSMISIÓN.....	20
<b>CAPITULO 2 SISTEMA DE TRANSMISIÓN CAJA DE CAMBIOS</b>	<b>24</b>

2.1	CONCEPTO.....	24
2.2	OBJETIVO DE LA CAJA DE CAMBIOS.....	24
2.3	TIPOS DE TRANSMISIONES.....	25
2.3.1	TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA.....	25
2.3.2	TRANSMISIÓN MANUAL RUEDAS MOTRICES DELANTERAS.....	27
2.3.3	DOBLE TRANSMISIÓN.....	28
2.3.3.1	TRANSMISIÓN PERMANENTE.....	29
2.3.3.2	TRANSMISIÓN 4 X 4 PERMANENTE.....	29
2.4	MECANISMOS DE TRANSMISIÓN.....	30
2.4.1	TRACCIÓN TRASERA.....	30
2.4.1.1	ACCIONAMIENTO POR MOTOR DELANTERO.....	31
2.4.1.2	ACCIONAMIENTO TRANSAXIAL.....	31
2.4.1.3	PROPULSIÓN POR MOTOR TRASERO.....	32
2.4.1.4	ACCIONAMIENTO POR MOTOR CENTRAL.....	33
2.4.1.5	ACCIONAMIENTO POR MOTOR DEBAJO DEL SUELO.....	33
2.4.2	TRACCIÓN DELANTERA.....	34
2.4.3	TRANSMISIÓN DE RELACIÓN VARIABLE.....	35
	<b>CAPITULO 3 CAJA DE CAMBIOS DEL VEHÍCULO NISSAN</b>	<b>37</b>
3.1	DESCRIPCIÓN Y NOMENCLATURA DE LA CAJA.....	37
3.2	COMPONENTES.....	38
3.2.1	COMPONENTES DE LA CAJA.....	38
3.2.2	COMPONENTES DE ENGRANES.....	39
3.2.3	COMPONENTES DEL CONTROL DE CAMBIO DE VELOCIDADES....	40
3.3	FUNCIONAMIENTO.....	41

3.4 RELACIÓN DE TRANSMISIÓN DE LA CAJA.....	41
3.5 LUBRICANTES ESPECIFICADOS.....	41
3.5.1 VISCOSIDAD.....	42
3.5.2 ADITIVOS PARA ALTAS PRESIONES.....	42
3.5.3 ACEITES HIPOIDES.....	43
<b>CAPITULO 4 CONSTRUCCIÓN DEL BASTIDOR</b>	<b>44</b>
4.1 ESQUEMATIZACIÓN.....	44
4.2 MATERIALES.....	44
4.3 PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DEL BASTIDOR.....	44
4.3.1 MAQUINAS HERRAMIENTAS UTILIZADAS.....	45
4.3.2 PROCESOS DE TRAZADO Y CORTE.....	45
4.3.3 SOLDADURA.....	46
4.4 MONTAJE DE LOS ELEMENTOS.....	46
4.5 ACABADOS Y PINTURA.....	46
<b>CAPITULO 5 MANUAL DE MANTENIMIENTO</b>	<b>48</b>
5.1 ANÁLISIS Y DETECCIÓN DE AVERÍAS.....	48
5.2 DESARMADO DE LA UNIDAD.....	55
5.3 ANÁLISIS Y REPARACIÓN DE LAS PIEZAS COMPONENTES.....	58
5.4 CÁLCULOS DE RELACIONES DE TRANSMISIÓN.....	71
5.5 AJUSTES.....	74
5.6 ENSAMBLE.....	77
5.7 DATOS Y ESPECIFICACIONES DE SERVICIO.....	80
<b>CAPITULO 6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>84</b>
USO DEL BANCO DE PRUEBAS.....	84

CONCLUSIONES.....	87
RECOMENDACIONES.....	88
BIBLIOGRAFÍA.....	89
ANEXOS.....	90

# CAPÍTULO I

## *TRANSMISIONES*

### **1.1.- Conceptos Básicos**

Se denomina transmisiones a las combinaciones de ruedas y poleas que, mediante fricción, correas, cadenas, dientes, bielas o cremalleras, comunican los movimientos recibidos a las distintas piezas del mecanismo.

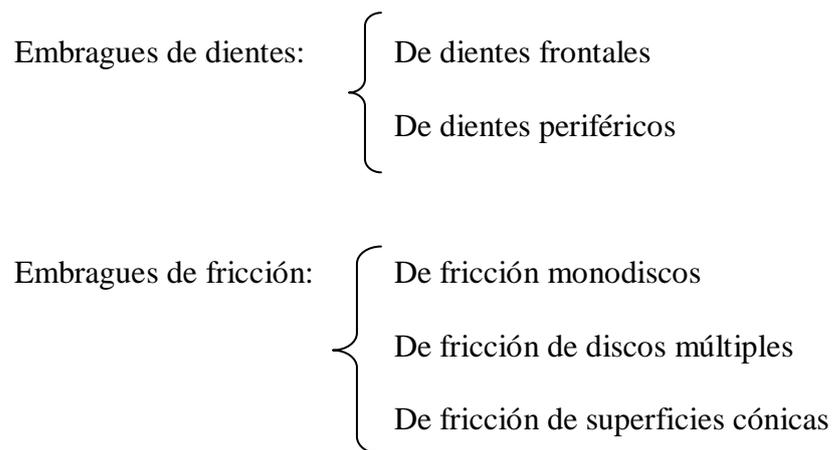
Al mecanismo de transmisión de un automóvil pertenecen los siguientes elementos, los cuales detallaremos a continuación.

**1.1.1.- Embragues, tipos de embragues.-** El movimiento comunicado por una máquina motriz, llamada generalmente motor, a un árbol mecánico, se aprovecha en una máquina operadora destinada a realizar determinado trabajo. El movimiento estable y prolongado solamente puede asegurarse cuando en todo el campo de aplicación de la máquina operadora el par motor es superior al par resistente, aunque para períodos limitados durante el movimiento pueda ocurrir lo contrario. Todos los motores presentan, para una velocidad de rotación dada, de la cual es necesario mantenerlos lo más alejados posible, un par motor muy débil que incluso puede anularse; en estas condiciones, hasta un reducido par resistente puede producir la detención del grupo motor - máquina operadora. Para evitar esto, la solución más simple consiste en desacoplar ambas máquinas, de modo que la detención de la última no provoque también la del motor; el acoplamiento podrá restablecerse si se ha

previsto la reducción de las resistencias externas. Mediante esta maniobra se evitará la detención del motor y, por tanto, la necesidad de ponerlo en marcha de nuevo, operación frecuentemente delicada y poco ágil; los órganos que permiten efectuarla toman el nombre de embragues.

Estos órganos están constituidos generalmente por dos partes, una de ellas calada al árbol de salida del motor y la otra al de entrada del mecanismo; bastará solidarizar o independizar estas dos partes para producir, respectivamente, el acoplamiento o el desacoplamiento de ambas máquinas.<sup>1</sup>

Los más sencillos son los que permiten efectuar estas operaciones con la máquina en reposo, pero, naturalmente, no sirven para el fin indicado anteriormente, sino para acoplar a un mismo motor. Sin embargo, su conocimiento es indispensable, tanto por su gran difusión como porque los embragues de fricción, capaces de efectuar la maniobra en movimiento, no son más que una evolución de los primeros. Hay distintos tipos de embragues, como podemos ver en la siguiente clasificación:



---

<sup>1</sup> ENCICLOPEDIA SALVAT DE LAS CIENCIAS, tomo 13. Pp. 101

Otros tipos de embragues: { De fuerza centrífuga  
De superavance  
Hidráulicos.

Para nuestro estudio nos ocuparemos del embrague de un solo disco de fricción que es el tipo que ocupa la transmisión en estudio.

**1.1.1.1.-Embragues de Fricción.-** El motor transmite el movimiento a las ruedas motrices de un automóvil mediante el embrague, el cambio, el diferencial y los semiejes. El embrague sirve para conectar y desconectar la transmisión al motor a voluntad y de manera fácil y rápida, principalmente por que lo motores de combustión interna no pueden ponerse en marcha con carga, sino solo en vacío; por ello deben desconectarse de la transmisión y mantenerse, en el período de arranque del automóvil, a un régimen de par superior a un determinado valor mínimo; además, es necesario poder parar el automóvil sin detener el motor. En segundo lugar, como un cambio de velocidad esta intercalado, normalmente, en la transmisión con un número limitado de relaciones, el paso de una relación a otra se hace mientras la transmisión no transmite par motor. Dichas exigencias pueden satisfacerse, en el caso de transmisiones mecánicas, con los embragues de fricción. Por lo tanto el embrague de fricción es un órgano mecánico que permite transmitir un par motor dado entre dos ejes coaxiales que giren a velocidades diferentes.

Esencialmente, los embragues de fricción son frenos destinados a contener el movimiento relativo de los árboles. En este tipo de embragues las superficies están apretadas normalmente una contra otra con una fuerza constante y solamente se apartan durante los breves períodos necesarios para cambiar las marchas. La precisión

entre las superficies de fricción debe ser siempre tal que produzca fuerzas de rozamiento capaces de transmitir el par motor máximo dado por el motor para evitar que, en el funcionamiento normal del vehículo, resbale el embrague. Dicha presión se obtiene por medio de muelles deformados.<sup>2</sup>

**1.1.1.2.- Características de los Embragues de Fricción.-** Deben ser proporcionados de manera que pueden transmitir, durante el período en que resbalan, un par máximo no mucho mayor que el par motor máximo del motor, y eso porque: primero, cuanto mayor es dicho par tanto más difícil es la realización de un embrague progresivo; segundo, es necesario que no se produzcan aceleraciones demasiado intensas del movimiento en la parte accionada; tercero, se deben evitar, al final del resbalamiento, variaciones demasiado bruscas de aceleraciones, y cuarto, el embrague a de funcionar como acoplamiento de seguridad resbalando en caso de frenado rápido de emergencia, de manera que impida aceleraciones negativas bruscas del motor. Los embragues para automóvil deben ser ligeros, y por eso se usan generalmente los tipos de disco de fricción, casi siempre funcionando en seco.<sup>3</sup>

**1.1.1.3.- Análisis de Funcionamiento de los Embragues de Fricción.-** Las Fig. 1 muestran el esquema de una posible realización de un embrague monodisco en seco, muy difundido en el campo automovilístico. Las superficies del ferodo son conducidas sobre un delgado disco de acero de alta resistencia (1) unido a su vez, mediante pequeños remaches, a un núcleo (2) desplazable sobre el árbol conducido mediante una unión acanalada (3). El disco de acero, al que se confía la transmisión del par,

---

<sup>2</sup> ENCICLOPEDIA SALVAT DE LAS CIENCIAS, tomo 14. Pp. 173

<sup>3</sup> ENCICLOPEDIA SALVAT DE LAS CIENCIAS, tomo 14. Pp. 173

debe ser suficientemente elástico para permitir la perfecta adaptación de los anillos del ferodo sobre las correspondientes superficies de fundición practicadas en la campana (4) y sobre el anillo de empuje del disco (5), aún en el caso de que estos últimos no sean perfectamente paralelos. En el ejemplo ilustrado, los ferodos están unidos al disco mediante unos remaches (6), aunque actualmente se prefiere recurrir a colas que aseguran un perfecto acoplamiento y no rayan las superficies de fundición cuando los ferodos están gastados. Normalmente, la fricción se encuentra embragada. La fuerza axial Q procede de cierto número de muelles de hélice cilíndrica (7), dispuestos de modo que aprieten el anillo de ferodo contra el órgano que empuja los discos (5) y la campana (4). El desembrague se logra con una traslación axial hacia la derecha del collar de maniobra (8) que, por medio de unas palancas (9), produce el alejamiento de aquel órgano (5) y la separación de las superficies de fricción. Generalmente la maniobra se efectúa mediante un pedal, con un juego de palancas adecuado, destinado a lograr una relación de reducción de 16 a 18 y hacer de manera que, para una carrera útil del pedal de 50 - 55 mm. El disco se desplace 3 mm. aproximadamente.

A título orientativo, el embrague se proporciona para transmitir un par máximo igual a k veces el par máximo del motor, variando k entre 1 y 1.4 para las aplicaciones normales. La presión específica es de 2 - 3 Kg. / cm<sup>2</sup>, para evitar el excesivo aumento de la temperatura durante la maniobra de embrague, aunque el ferodo podría soportar presiones mucho mayores.<sup>4</sup>

---

<sup>4</sup> ENCICLOPEDIA SALVAT DE LAS CIENCIAS, tomo 13. Pp. 104 - 105

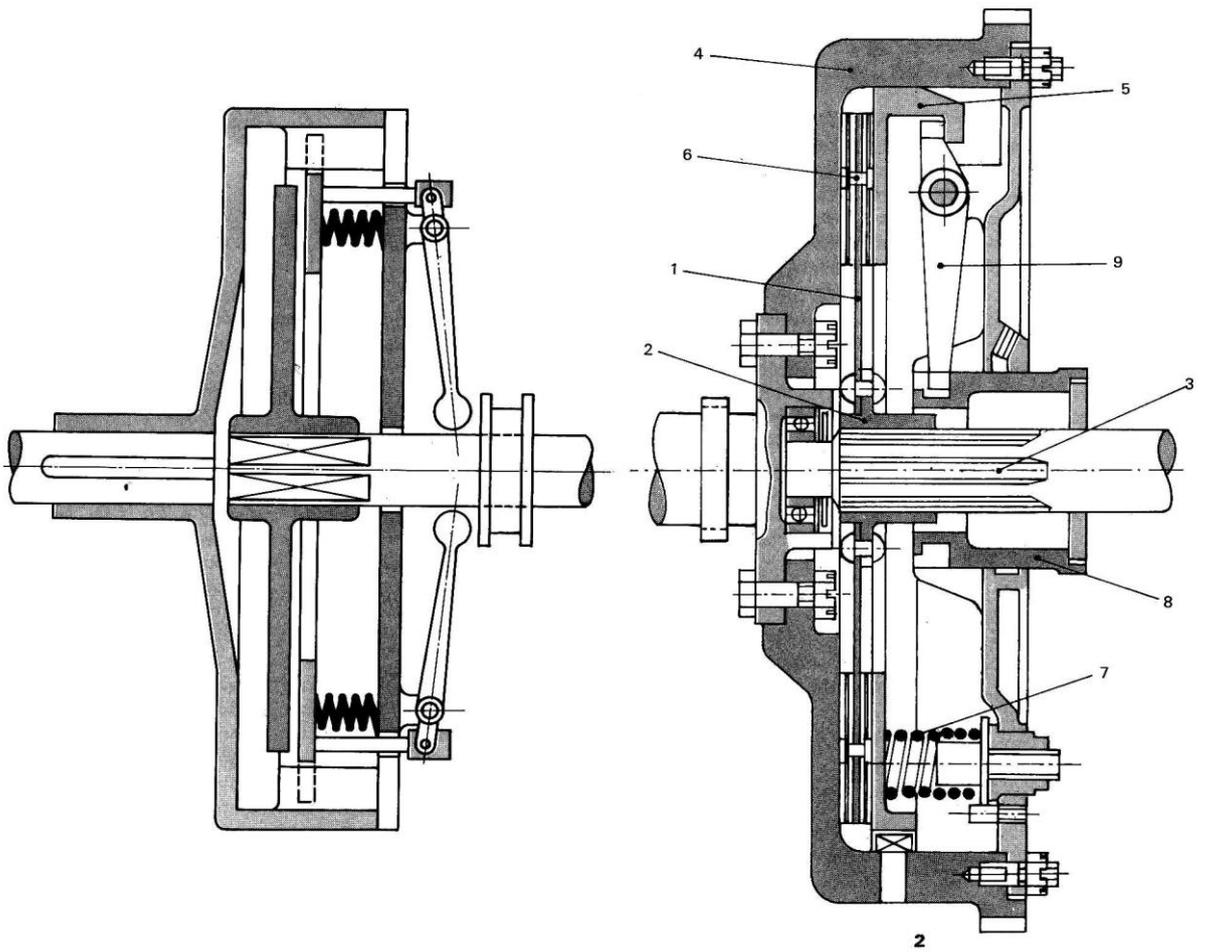


Fig. 1

**1.1.2.- Engranés, tipos de engranes.-** Las ruedas dentadas, llamadas comúnmente

engranajes, sirven para transmitir la potencia de un órgano a otro haciendo variar dos factores: el par y el número de revoluciones.

Puesto que es muy raro, a la vista de ciertas aplicaciones, que se pueda disponer de una máquina motriz que tenga exactamente el mismo par y que gire a la misma velocidad que la máquina operadora que debe mover, se recurre a órganos intermedios capaces de adaptar las características de la primera a las de la segunda. Así, por ejemplo, en el campo de la tracción naval, una turbina que gira a una velocidad de 1800 a 3000 r.p.m. debe mover la hélice a una velocidad de rendimiento máximo entre

110 y 180 r.p.m.; la solución de este problema se confía a ruedas dentadas y por la elevada potencia constituye una aplicación de gran importancia.

Estos órganos presentan la ventaja de la compacidad del conjunto y, por tanto, la posibilidad de poderlo encerrar en una caja metálica o cárter donde, completamente aislado del ambiente exterior, trabaja en condiciones óptimas de lubricación, asegurando su funcionamiento durante muchos miles de horas.

Entre los órganos de transmisión mecánica, la rueda dentada es indudablemente la que presenta el más elevado rendimiento.<sup>5</sup>

Para nuestro estudio analizaremos los engranes helicoidales, que son los que usan las transmisiones comúnmente, estos engranes se dividen en dos aplicaciones generalmente: 1) para impulsar árboles paralelos y 2) para impulsar árboles oblicuos (la mayor parte no precisamente oblicuos sino formando ángulos rectos), en cuyo caso se les conoce como engranes helicoidales de ejes cruzados. La forma del diente helicoidal puede imaginarse como formada por un número infinito de engranes rectos laminares escalonados, que dan como resultado la forma de hélice cilíndrica y curvada.

Para árboles paralelos, los engranes helicoidales deben tener ángulos de hélice idénticos, pero deben ser de dirección opuesta (direcciones de hélice izquierda y derecha). Los ángulos de hélice usados comúnmente van de 15<sup>a</sup> a 35<sup>a</sup>. Esta sobreposición provee dos o más dientes en contacto continuo lo que da mayor suavidad y ausencia de ruido que los engranes rectos.

**1.1.2.1.- Ley de los Engranes.-** La ley de los engranes se puede resumir de la siguiente manera:

---

<sup>5</sup> ENCICLOPEDIA SALVAT DE LAS CIENCIAS, tomo 13 Pp. 124

- a) Ruedas dentadas engranadas por fuera giran en sentido contrario.
- b) Ruedas dentadas engranadas por dentro, giran en el mismo sentido.
- c) Ruedas dentadas engranadas de mayor a menor diámetro, transmiten velocidad.



Fig.2

**1.1.3.- Cojinetes, Tipos de Cojinetes.-** Los cojinetes tienen la función esencial de reducir el coeficiente de rozamiento entre un eje y su soporte; Nosotros analizaremos los cojinetes de rodadura o rodamientos.

Los rodamientos, al reducir a una décima, aproximadamente, el coeficiente de rozamiento que se manifiesta entre la parte en movimiento y un cojinete de deslizamiento capaz de una aplicación análoga, permiten reducir la potencia perdida en los rozamientos y aumentar, por tanto, el rendimiento de la transmisión del movimiento con un considerable ahorro de potencia motriz. Las características que se irán exponiendo justificarán su vastísima difusión y la versatilidad y funcionalidad en las modernas máquinas motrices y operadoras, cuyos órganos pueden girar en las más difíciles condiciones de carga, velocidad y ambiente. Otras ventajas muy apreciadas de estos cojinetes son su facilidad de sustitución y, merced a la producción en serie, la

facilidad de encontrar otro con las mismas características del que se substituye. Además, todas las partes en contacto animadas de movimientos relativos forman parte del cojinete, pues tanto al árbol como al soporte se fijan las pistas sobre las que discurren los elementos rodantes y, por tanto, una vez desmontado el soporte, no se corre el riesgo de encontrar un árbol estropeado u ovalado que generalmente requeriría costosas operaciones de rectificación para recuperar los límites de tolerancia exigidos. Desventajas de los cojinetes de rodadura son su mayor ocupación de espacio radial y la imposibilidad absoluta de fraccionar los anillos.<sup>6</sup>

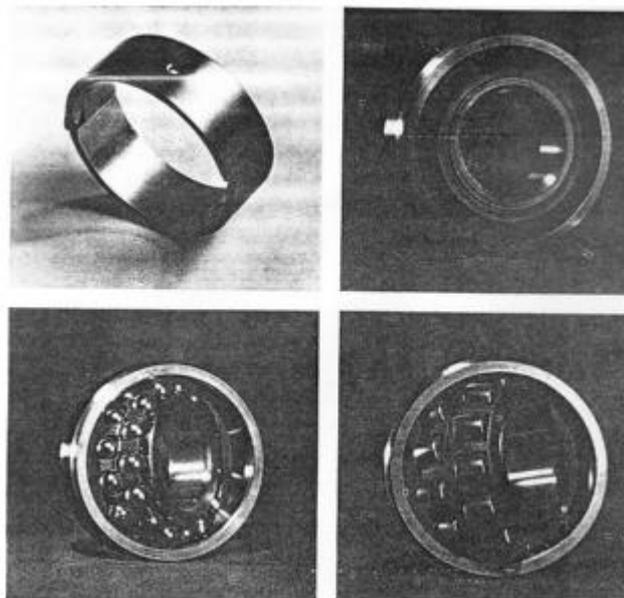


Fig. 3

---

<sup>6</sup> ENCICLOPEDIA SALVAT DE LAS CIENCIAS, tomo 13 Pp. 116, 118



Fig. 4

**1.1.3.1.-Descripción de los Principales Tipos.-** Las partes que constituyen un cojinete de rodadura (Fig. 5) son los anillos 1 y 2, los elementos rodantes 3 y la jaula 4. Los tipos adoptados corrientemente en las construcciones mecánicas actuales son muy numerosos, por lo que esta exposición se limitará a la descripción de los principales, clasificándolos según el tipo de carga ( radial o axial) que deben soportar.

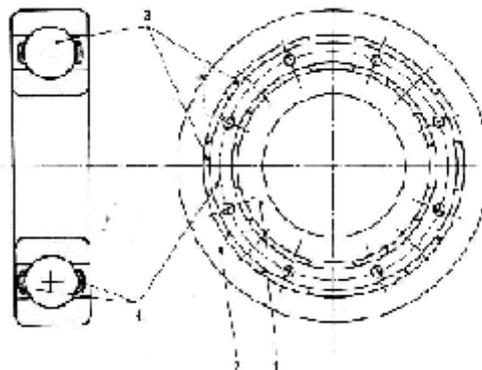


Fig. 5

**1.1.3.1.1.- Cojinetes para cargas radiales.-** Se utilizan para sostener un órgano giratorio cargado según el esquema de la Fig. 6. El cojinete radial rígido de una corona de bolas es el más indicado para estas aplicaciones. Se construye en diversas series, según vaya aumentando la carga, cubriendo una vastísima gama de aplicaciones y en su versión de garganta profunda puede soportar también notables cargas axiales. Cabe anotar también los cojinetes de bolas orientables, que, gracias a su doble corona de bolas y a un perfil especial de la pista del anillo exterior, permiten rotaciones relativas entre los dos anillos y así aseguran un funcionamiento correcto cuando sean de temer descentraciones. Con la misma denominación pueden citarse igualmente los cojinetes radiales de una corona de rodillos cilíndricos.

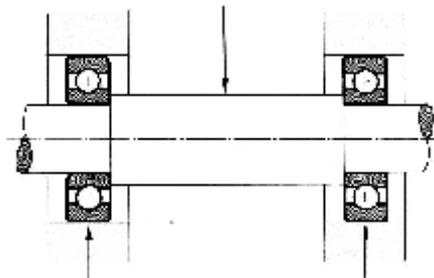


Fig.6

Una evolución del tipo descrito está representada por los cojinetes de agujas Fig.7. Sus elementos rodantes son rodillos cilíndricos de un diámetro muy inferior a su longitud, llamados rodillitos o agujas, y están montados sin jaulas.

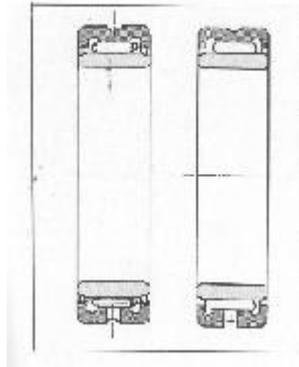


Fig. 7

**1.1.3.1.2.- Cojinetes para cargas axiales.-** El tipo más extendido es el cojinete de rodillos cónicos. Los elementos rodantes se mantienen entre dos bordes, de los cuales, el de mayor diámetro, actúa soportando los empujes axiales de los rodillos y el de diámetro menor impide, durante el montaje del cojinete, la desalineación de la corona de rodillos. El anillo exterior, provisto al igual que el interior de una superficie de rodadura cónica, puede adaptarse y, durante su funcionamiento, se mantiene en su posición por el sistema de montaje y por la propia carga Fig. 8 y 9. Si no son de prever variaciones de sentido de la componente axial de la carga durante el trabajo, podrá limitarse el montaje a uno solo, junto con otro cojinete para cargas axiales; en caso contrario será necesario montar dos, a los cuales se confiará también el cometido de soportar las cargas radiales. Por tanto se ha de tener en cuenta que estas últimas cargas siempre están presentes y, a falta de otras fuerzas actuantes, se deben al propio peso de las piezas.<sup>7</sup>

---

<sup>7</sup> ENCICLOPEDIA SALVAT DE LAS CIENCIAS, tomo 13 Pp. 120, 121

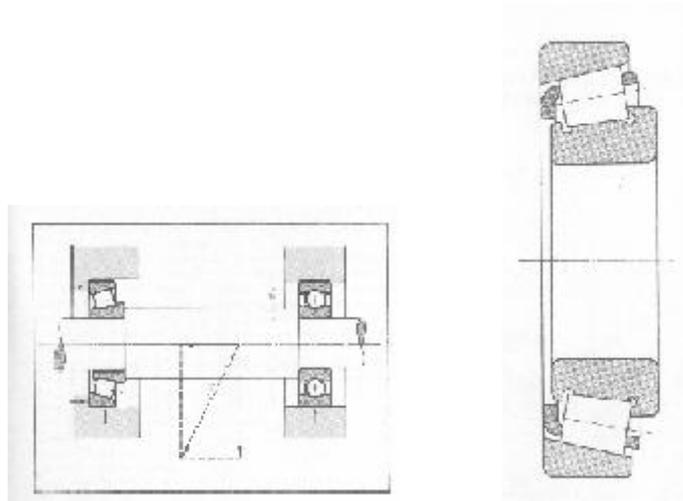


Fig. 8 y 9

**1.1.4.- Sincronizados.-** Una velocidad no puede conectarse fácilmente y sin ruido nada más que cuando existe sincronismo entre la velocidad del manguito de conexión o de cambio y la rueda de la velocidad a que se quiere cambiar. Pequeños embragues de fricción, generalmente embragues cónicos, al meter una velocidad establecen la necesaria sincronización entre el manguito de conexión y la correspondiente rueda. Mediante esta sincronización se facilita el cambio y no se daña el mecanismo, no se necesita hacer el doble embrague ni dar el gas intermedio. Se tiene así la posibilidad de un cambio rápido y seguro. Los cambios sincronizados tienen ruedas oblicuas. Entre cada dos ruedas de marcha que están siempre engranadas con sus ruedas del árbol intermediario pero que en marcha en vacío giran locas sobre el árbol principal, se ha montado un dispositivo de sincronización. Todos los dispositivos de sincronización son sincronizaciones de bloqueo. Esta sincronización de bloqueo hace que sea imposible meter una velocidad antes de haberse obtenido el sincronismo entre

el manguito de conexión y la rueda correspondiente. Una vez obtenido el sincronismo cesa el bloqueo y la velocidad entra sin ruido alguno.

Hay varios tipos de sincronizadores entre los cuales tenemos:

- Sincronización con cono y esfera.
- Sincronización con cono y cerrojo.
- Sincronización con anillo de sincronización elástico.

En nuestro estudio analizaremos uno de ellos el cual detallamos a continuación.

#### **1.1.4.1.- Dispositivo de sincronización con cono y cerrojo de sincronización.-**

El cuerpo de sincronización está aquí como resorte del manguito firmemente unido al árbol principal, es decir que no puede desplazarse axialmente sobre éste. Va equipado con cerrojos de sincronización sobre los cuales, al conectar una marcha, por la fuerza de empuje, el manguito de conexión comprime el anillo de sincronización sobre el cono exterior de la rueda. Las garras del manguito de conexión y del anillo de sincronización están biseladas en sus caras frontales.

Esos biselados producen el bloqueo de sincronización por mutua compresión. Solamente cuando la fricción entre el anillo de sincronización y el cono exterior de la rueda de marcha establece la sincronización, cesan el momento de frenado y la fuerza periférica en las garras biseladas y se suspende el bloqueo. Gracias a los biselados de las garras del dentado de conexión, el manguito de conexión, el anillo de sincronización y la rueda de marcha giran de tal modo entre sí, que la garra entra en el hueco y la marcha puede conectarse. Cuando no hay ninguna marcha conectada, el dispositivo de sincronización no toca la arista de la entalladura del anillo de sincronización.<sup>8</sup>

---

<sup>8</sup> TECNOLOGÍA DEL AUTOMOVIL GTZ, tomo 2 Pp. 392, 393

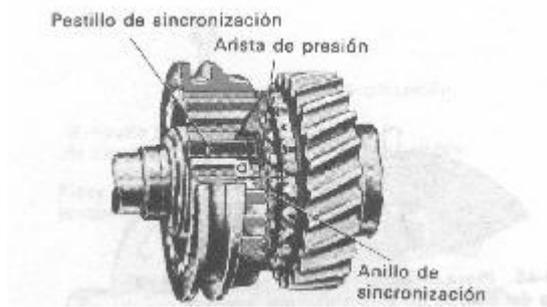


Fig.10

Etapa 1: Dispositivo de sincronización en acción.- Mediante la horquilla de conexión se empuja el manguito de conexión hacia la rueda de marcha que ha de conectarse. Al mismo tiempo lleva consigo los cerrojos de sincronización que empujan al anillo de sincronización oprimiéndolo contra el cono de sincronización de la rueda. En virtud del momento de frenado que se produce, el anillo de sincronización gira hasta que los cerrojos de sincronización estén frente a los bordes de las entalladuras laterales. Gracias a este pequeño giro se encuentran los contraflancos del anillo de sincronización delante de los flancos de los dientes del manguito de conexión y bloquean la anterior introducción de los mismos.



Fig. 11

Etapa 2: Marcha conectada.- A causa de la fricción entre el anillo y el cono de sincronización de la rueda de marcha se produce sincronismo entre éstos y también entre el manguito de conexión y la rueda de marcha. En cuanto se ha establecido el sincronismo cesa la fuerza periférica en los flancos de los dientes del anillo de sincronización y del manguito de conexión, Con esto cesa también el bloqueo del manguito de conexión y se deja deslizar sin ruido con su dentado interior sobre el dentado exterior de la rueda de marcha. Esta rueda está fija al árbol principal, la marcha está conectada.

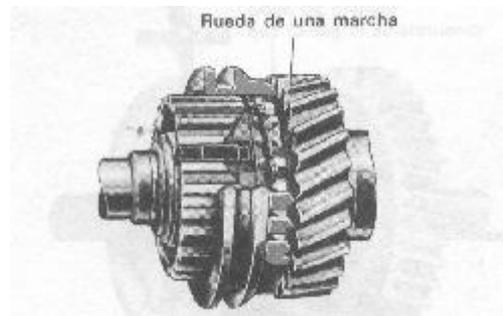


Fig. 12

**1.2.- Tipos de transmisión.-** Un mecanismo de transmisión es aquella parte de una máquina que contiene dos o más piezas dispuestas de tal manera que el movimiento de una de ellas obliga a moverse a las otras, transmitiendo así las diferentes velocidades y par. Existen varios tipos de transmisiones, de los cuales detallaremos los más importantes:

**1.2.1.- Transmisión Hidráulica.-** La transmisión hidráulica Fig. 13 consta de dos partes básicas: el miembro de entrada o impulsor, y el de salida o rotor. No hay conexión mecánica entre los dos árboles, siendo transmitida la potencia por la energía

cinética del fluido actuante. El impulsor B esta sujeto al volante A y gira a la velocidad del motor. A medida que esta aumenta, el fluido que está dentro del impulsor se mueve hacia la periferia de este, debido a la fuerza centrífuga. La forma circular del impulsor dirige el fluido hacia el rotor C que absorbe la energía cinética de este como un momento de torsión que se entrega por medio del árbol D, La presión positiva tras el fluido hace que el movimiento de este continúe hacia el cubo y retorne a través del impulsor y el rotor. El espacio toroidal, en el impulsor y el rotor, esta dividido en compartimentos por una serie de álabes radiales planos. El momento de torsión de salida es igual al de entrada en todo el rango de relaciones de velocidades de entrada a la de salida y, por consiguiente, el motor primario puede hacerse funcionar a su velocidad más eficaz, sin importar la del árbol de salida. Otras ventajas son que el motor primario no puede ahogarse por la aplicación de la carga y que no hay transmisión de cargas de choque ni de vibraciones torsionales entre los árboles conectados.<sup>9</sup>

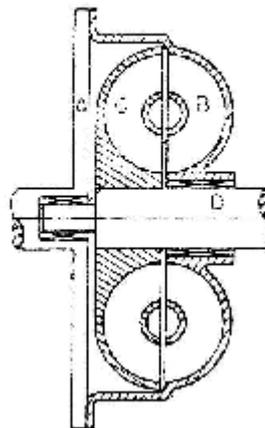


Fig. 13

<sup>9</sup> MANUAL DEL INGENIERO MECÁNICO MARKS, tomo 1 Pp. 8-41

**1.2.2.- Transmisión de Banda.-** La desventaja principal de las bandas planas es su dependencia de la tensión de las mismas para producir el agarre por fricción sobre las poleas; esa alta tensión puede acortar la duración de los cojinetes. También el arrastre puede ser un problema. Sin embargo, las bandas planas por ser delgadas no quedan sujetas a las cargas centrifugas y, por consiguiente, dan buen servicio sobre las poleas pequeñas a altas velocidades dentro de límites que sobrepasan los 9000 pies / min. En el servicio ligero, las bandas planas pueden constituir transmisiones eficaces de embrague. Las transmisiones de banda plana tienen eficiencias de poco o más o menos el 90 %, lo cual establece una comparación favorable respecto a las transmisiones de engranes. Las bandas planas también son silenciosas y pueden absorber con facilidad la vibración debido a la torsión.

La fuerza y el movimiento se transmiten de un árbol a otro en virtud del rozamiento entre la polea y la correa de transmisión. Si una polea fija a un árbol se une por medio de una correa, a otra polea solidaria de otro eje, el movimiento de rotación de uno de estos, llamado árbol conductor, se transmitirá al segundo que recibe el nombre de conducido. El elemento de tracción la correa puede ser de: cuero, goma, cáñamo, seda o de material sintético; pudiendo ser de forma: rectangular, trapecial o redonda.

Las correas trapeciales tienen la ventaja sobre las planas de que, al ir alojadas en la garganta de las poleas, tiende a producir el efecto de cuña con lo que se aumenta la fricción con la polea, necesitando por esta causa menor tensión que las planas.

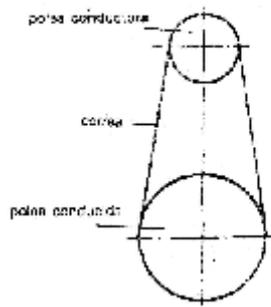


Fig. 14

**1.2.3.- Transmisión de Cadena.-** El accionamiento por cadena permite una transmisión exenta de deslizamiento a distancia considerable y para potencias mayores. Se sustituye las poleas por ruedas dentadas y las correas por cadenas. Las cadenas más empleadas para la transmisión de movimiento son las articuladas de rodillos.

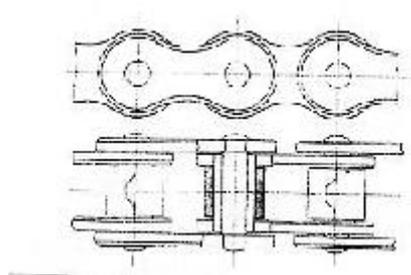


Fig. 15

Las ventajas de cadenas de rodillos de acero son: alta eficiencia (al rededor del 98 al 99%), deslizamiento nulo, no precisa tensión inicial y las cadenas pueden marchar en uno u otro sentido.

Cuando más corto sea el paso, mayor será la velocidad de funcionamiento admisible para la cadena de rodillos. Para velocidades relativamente bajas se pueden usar ruedas dentadas para cadena con menos de 16 dientes, pero para altas velocidades son

convenientes las de 18 a 24 dientes. Las ruedas dentadas para cadenas con menos de 25 dientes, que trabajen a velocidades mayores de 500 a 600 r.p.m., deben recibir un tratamiento térmico para darles una superficie tenaz resistente al desgaste.

**1.2.4.- Transmisión por Engranajes.-** Para evitar el deslizamiento en las poleas de fricción, se pensó en dotarlas de dientes y vanos que se acoplarían entre sí. Esta idea dio lugar a las llamadas ruedas dentadas, tienen la ventaja frente a las poleas de que permiten ajustar una relación exacta de número de revoluciones y de que estos números puedan ajustarse con palancas y acoplamientos. Fig. 16

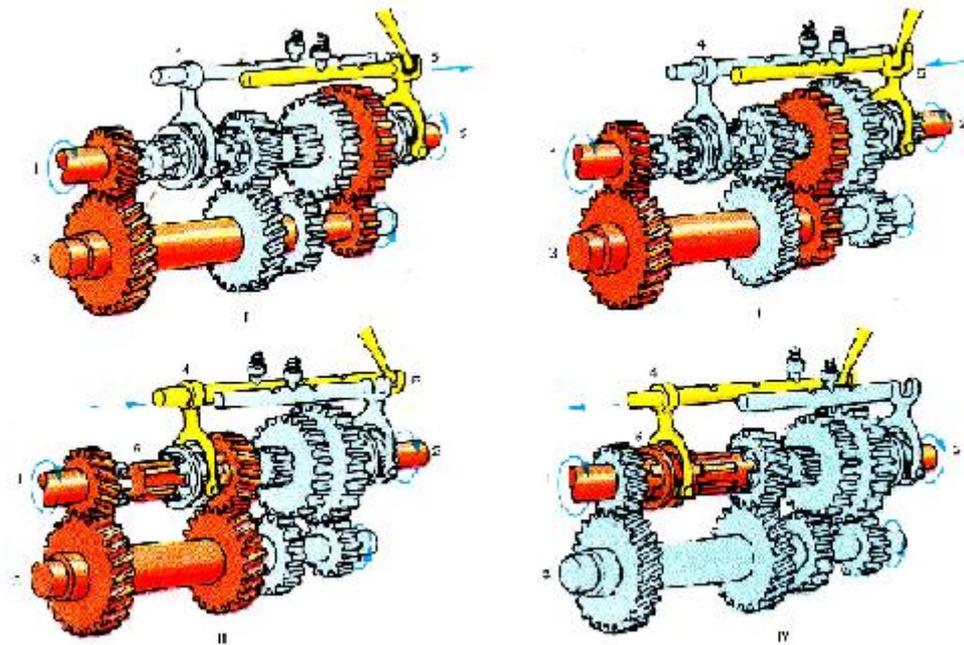


Fig. 16

**1.3.- Relaciones de Transmisión.-** Si tenemos dos ruedas, o sea un juego de ruedas de engranaje, como los indicados en la Fig. 17, en la que la mayor tiene el diámetro  $D$  y

gira a una velocidad  $V_1$ , y la menor tiene un diámetro  $d$  y gira a una velocidad  $V_2$ ; y como sabemos que la velocidad periférica o tangencial es:

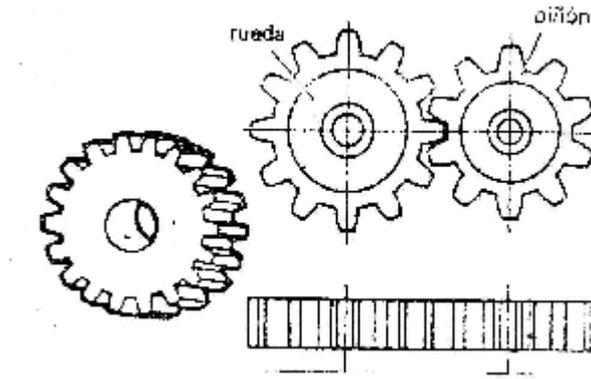


Fig. 17

$$V = w \times n$$

se tiene:

$$V_1 = D \times \pi \times n_1$$

$$V_2 = d \times \pi \times n_2$$

Como es natural, una rueda no puede tener una velocidad periférica distinta de la otra, por lo que las dos velocidades  $V_1$  y  $V_2$  habrán de ser iguales; cada diente de la rueda conductora hace avanzar a la rueda conducida en el valor de un diente.

$$V_1 = V_2$$

$$D \times \pi \times n_1 = d \times \pi \times n_2$$

Naturalmente, no se pueden hacer de cualquier medida puesto que en cada juego de dientes deberán engranar perfectamente y los diámetros serán, en general, proporcionales a los dientes.

$$D_1 = Z_1; d_2 = Z_2$$

$$n_1 \times Z_1 = n_2 \times Z_2$$

Donde:  $Z_1$ ; número de dientes de la rueda conductora

$Z_2$ ; número de dientes de la rueda conducida

$n_1$ ; número de revoluciones de la rueda conductora

$n_2$ ; número de revoluciones de la rueda conducida.

$i$  ; relación de transmisión

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{Z_2}{Z_1} = i$$

Cuando dos, tres o más ruedas se encuentran dentadas se denomina engranaje. Y cuando estas ruedas engranan directamente entre sí en un mismo plano se llama tren simple y solo tiene influencia la primera y la última rueda, y la relación será:

$$Z_1 \times n_1 = Z_2 \times n_2$$

$$Z_2 \times n_2 = Z_3 \times n_3$$

Reemplazando:

$$Z_1 \times n_1 = Z_3 \times n_3$$

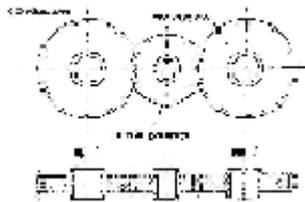


Fig.18

Las ruedas colocadas entre la primera y la última rueda se llaman intermediaria o parásitas, y sirve para cambiar de giro a dos o más ruedas dentadas.

Ejemplo: Si sabemos que un piñón de un mecanismo sencillo gira a razón de 500 r.p.m. y tiene 50 dientes, calcular el número de r.p.m. a que gira la rueda siendo esta de 88 dientes.

Solución:

$$n_1 = 500r.p.m$$

$$Z_1 = 50dientes$$

$$n_2 = ?$$

$$Z_2 = 88dientes$$

$$i = ?$$

$$n_1 \times Z_1 = n_2 \times Z_2$$

$$n_2 = \frac{n_1 \times Z_1}{Z_2} = \frac{500 \times 50}{88}$$

$$n_2 = 284.99r.p.m.$$

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{Z_2}{Z_1}$$

$$i = \frac{n_1}{n_2}$$

$$i = \frac{500RPM}{284.99}$$

$$i = 1.755$$

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

$$i = \frac{88}{50}$$

$$i = 1.76$$

## CAPITULO 2

## **SISTEMAS DE TRANSMISIÓN “CAJA DE CAMBIOS”**

**2.1.- Concepto.-** La caja de cambios es el almacén que contiene los mecanismos necesarios para el cambio de velocidades. Puede estar separada del conjunto motor o rígidamente unida a él: en el primer caso está fijada al bastidor con interposición de cojinetes elásticos; en el segundo se une con el bloque motor mediante una campana que contiene entre el motor y el cambio de velocidades un espacio para alojar el volante, el embrague y sus órganos de accionamiento.

Al hacer el proyecto se cuida al máximo la rigidez de la estructura, reduciendo todo lo posible las paredes planas, con amplias uniones y eventuales nervios de refuerzo; de hecho, únicamente con cajas muy rígidas se puede obtener un buen funcionamiento de las ruedas dentadas y una aceptable silenciosidad.

La lubricación del cambio se logra normalmente haciendo sumergir los engranes del árbol secundario en el baño de aceite situado debajo. A fin que el aceite del cambio no se pierda, tanto por economía y seguridad de funcionamiento como para evitar que, pasando a través del cojinete del engrane motor, vaya a lubricar las superficies del embrague haciéndolas ineficaces, se construyen los anillos de retención del aceite, fijos con los aros exteriores del cojinete, y otros tipos de retención.

**2.2.- Objetivo de la Caja de Cambios.-** La caja de cambios tiene como objetivo transmitir la fuerza generada por el motor hacia las ruedas motrices en las diferentes relaciones de velocidades. Todo motor de combustión interna tiene un número mínimo y un número máximo de revoluciones. Entre estos dos números de revoluciones está

comprendido su campo de revoluciones eficaz. Este tiene que poderse mantener en todas las condiciones de marcha. El automóvil tiene que poder marchar a pesar de las variaciones de carga y dependientes de la carretera, con el número de revoluciones en el motor conveniente en cada caso.

**2.3.- Tipos de Transmisiones.-** Entre los tipos de cajas de cambios que podemos estudiar por el modo de accionamiento son: caja de cambios manual y caja de cambios automática las cuales detallaremos a continuación:

**2.3.1.- Transmisión Automática.-** En las transmisiones automáticas se emplean acoplamientos de convertidores de par junto con unidades de engranajes planetarios que pueden proporcionar una, dos o más reducciones de engranaje y reversa, según el diseño, por encastre o bloqueo, en forma simultánea, de varios elementos de los sistemas planetarios (Fig. 19). El control automático se logra con embragues de disco o con bandas de freno que bloquean los diversos elementos y que son operados por la presión del aceite según la regulen los gobernadores, a las velocidades del automóvil cuando se hacen los cambios de una velocidad a otra. Las pérdidas mecánicas en estas transmisiones son las suficientes para requerir enfriamiento por agua del aceite en todas las unidades más grandes. El aceite de la bomba para el sistema de control, una vez que pasa por un regulador de presión y el convertidor, pasa por un tanque enfriador sumergido en el radiador de agua de la camisa del motor.



Fig. 20

En muchas transmisiones automáticas se emplea un embrague de bloqueo para mejorar el rendimiento y la economía de combustible. Se usa el convertidor de par para tener potencia y suavidad al acelerar en los engranes de primera y segunda hasta que se alcanza la velocidad de unos 64 Km./h. Luego, una vez que la transmisión efectúa el cambio ascendente de segunda a tercera, el embrague bloquea en forma automática el convertidor de par para que haya propulsión mecánica directa a través de la transmisión. Se elimina el deslizamiento normal en el convertidor, se reduce la velocidad del motor y se mejora la economía del combustible. El embrague de bloqueo se desacopla en forma automática al efectuar cambios descendentes con aceleración parcial o total y al reducirse la velocidad a un poco menos que la velocidad de bloqueo.<sup>10</sup>

### **2.3.2.- Transmisión manual Ruedas Motrices Delanteras.-** Las cajas de cambios

de velocidades de automóviles con tracción junto al motor, suelen presentar una organización sensiblemente diferente a las ya conocidas.

Una disposición típica de esta caja de cambios se muestra en la Fig. 21. Se trata de un cambio de velocidades de un vehículo con tracción delantera, con la caja de cambios y el diferencial montados en la parte delantera del motor. Es una caja de cinco velocidades y la marcha atrás. La característica más destacada, que suele ser común en este tipo de cajas, es que no tiene eje intermediario; los piñones van montados sobre el eje primario y las ruedas en el eje secundario, que constituye también el eje del piñón de ataque del diferencial.

---

<sup>10</sup> MANUAL DEL INGENIERO MECANICO MARKS, tomo 2 Pp. 11-10, 11-11

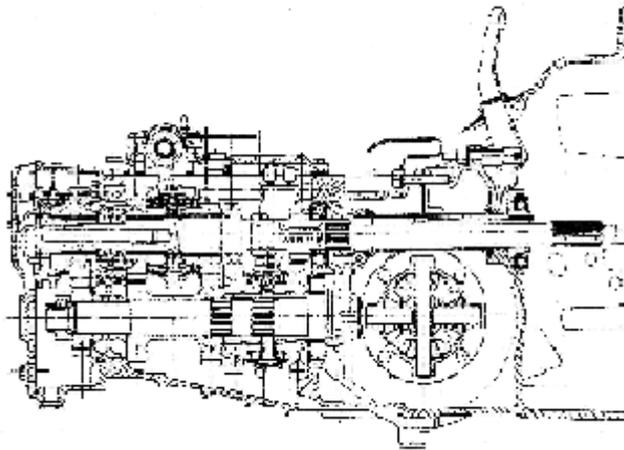


Fig. 21

Las cinco marchas adelante son sincronizadas y sus engranajes están en toma constante. El sincronizado de 1 y 2 marcha va montado sobre el eje secundario y su balador de engrane está dentado exteriormente, constituyendo este dentado la rueda de marcha atrás. El piñón loco de la marcha atrás no representada en la figura, el balador y sirve para el engrane de esta marcha. La sobremarcha está dispuesta en un cárter separado montado en el extremo delantero de la caja.

**2.3.3.- Doble Transmisión.-** En un vehículo convencional solo son dos ruedas las que reciben el par motor y propulsan el vehículo, las otras dos son solo arrastradas y solo ejercen otra función al frenar, o si son las delanteras, dirigen la trayectoria del vehículo. Los vehículos equipados con el sistema de propulsión total pueden hacerse motrices las cuatro ruedas.

La ventaja primordial de un sistema de propulsión total a las cuatro ruedas es que el par motor se reparte entre los dos ejes, de manera que cada rueda recibe la cuarta

parte, esto permite que la fuerza de tracción aplicada no sobrepase nunca la fuerza de adherencia del neumático en pavimentos deslizantes, el comportamiento en las curvas también es mejor.

Los sistemas de propulsión total se clasifican en dos grandes grupos:

#### **2.3.3.1.- Transmisión permanente a un eje con conexión manual del otro.-**

En marcha normal en carretera, este vehículo dispone de dos ruedas motrices. Cuando las condiciones de adherencia lo aconsejen, el conductor puede conectar la transmisión a las otras dos ruedas. En este tipo de vehículos se debe tener la precaución de no rodar en 4x4, mas que en terrenos con baja adherencia, sobre todo en zonas curvadas. Para obtener el mejor rendimiento del sistema, viene equipado en los bujes del tren desconectable, un sistema manual ó automático que permite separar las ruedas de la transmisión. De esta manera se impide el movimiento de palieres, conjunto diferencial y árbol de transmisión. El acoplamiento se realiza por medio de dos manguitos dentados, uno de ellos deslizante que al ser engranado por un sistema neumático hace solidarios ambos trenes con la caja de cambios. El paso de tracción delantera a propulsión total se puede efectuar con el vehículo en marcha, a pesar de no tener diferencial central.

Por esta causa, la propulsión total se debe conectar solo cuando se necesite.

#### **2.3.3.2.- Transmisión 4 x 4 Permanente.-**

Estos tipos de vehículos están dotados de transmisión integral permanente, con repartición proporcional del par motor entre el

eje delantero y posterior, realizado por lo general por un diferencial central el que compensa las diferencias de velocidad entre los dos ejes.

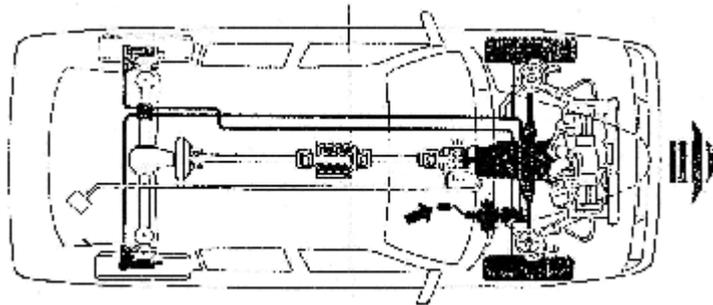


Fig. 22

El diferencial central recibe el movimiento de la salida de la caja de velocidades, enviándolo a su vez a ambos trenes. Al aparecer pérdidas de tracción el diferencial se puede bloquear mecánica o eléctricamente, en otros casos es de tipo autoblocante, o de satélites helicoidales, en estos casos, cada uno de los planetarios se une al correspondiente árbol de transmisión para llevar el par a cada uno de los trenes, el funcionamiento de estos diferenciales es idéntico a los convencionales.

Los sistemas de transmisión permanente a las cuatro ruedas dispone de un diferencial central que compensa las variaciones de velocidad de los dos trenes.

**2.4.- Los mecanismos de transmisión,** también se pueden clasificar por el lugar en el que este situado en un vehículo, tal es el caso de los que vamos a enumerar a continuación:

**2.4.1.- Tracción trasera.-** En el caso de tracción trasera el motor va dispuesto, casi siempre, en la parte delantera del coche. Se designa también esta disposición como de accionamiento por motor delantero. Si el cambio de velocidades se separa del motor y se coloca junto al eje trasero, tenemos el llamado accionamiento transaxial. Si el motor va en la parte posterior, detrás o encima del eje trasero, se hablara de accionamiento por motor trasero. El accionamiento por motor central es el que se tiene cuando el motor va montado delante del eje trasero. En el accionamiento por motor debajo del suelo va dispuesto el motor muy bajo y entre los ejes delantero y trasero.

**2.4.1.1.- Accionamiento por motor delantero.-** El motor va dispuesto, por lo general, directamente detrás del eje delantero o sobre el, algunas veces también delante del eje delantero. El accionamiento por motor delantero proporciona muy buenas condiciones para su refrigeración así como cierta protección para los ocupantes del coche en caso de choque frontal. Una desventaja para los ocupantes la constituye la presencia en el interior del coche del saliente que supone el túnel para el árbol articulado de transmisión, cosa inevitable por la profundidad a que va dispuesto el piso del coche y por la obligada existencia del árbol articulado de transmisión.

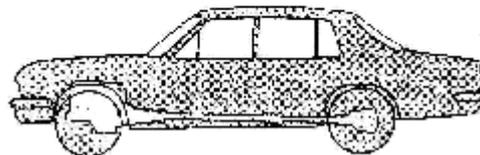


Fig. 23

**2.4.1.2.- Accionamiento transaxial:** El motor, colocado en la parte delantera, se une al grupo de cambio-diferencial, situado junto al eje trasero, por medio de un tubo de acero formando una unidad rígida. La transmisión de la fuerza del motor se efectúa por medio de un árbol central situado dentro del tubo de acero, que gira con el mismo número de revoluciones que el motor. Por medio de esta disposición se puede lograr una distribución uniforme de pesos entre ambos ejes y se obtiene un gran momento de inercia en torno al eje vertical del vehículo que aumenta la estabilidad en el movimiento rectilíneo. De ahí se deducen ventajas tales como comportamiento de marcha neutro, pocas desviaciones por efecto de viento lateral y buena transmisión de la fuerza propulsora, incluso sobre hielo en invierno. En caso de colisión frontal, la parte posterior puede aprovecharse para transformar la energía cinética en energía de deformación.



Fig. 24

**2.4.1.3.- Propulsión por motor Trasero.-** Los motores traseros están situados encima o detrás del eje trasero. Con un motor de cilindros opuestos, se necesita poco espacio interior para el motor y el cambio de velocidades. Además, al faltar el árbol de transmisión no se necesita el molesto túnel para su paso. Debido a la limitación del volumen del maletero, al difícil alojamiento del tanque de combustible, a la sensibilidad del viento lateral y a la tendencia del derrape cuando se toma una curva a gran velocidad, el motor se usa poco en los turismos.

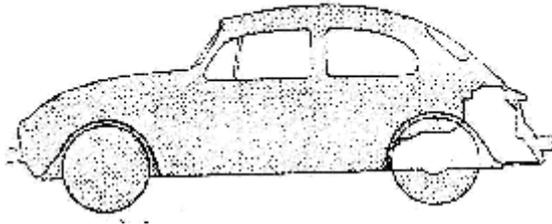


Fig. 25

**2.4.1.4.- Accionamiento por motor central.-** En los coches deportivos y en los de carreras se emplea el accionamiento por motor central. El motor en este caso no va como en el accionamiento por motor trasero detrás del puente trasero, sino delante de él. Esta disposición proporciona una mejor distribución de masa sobre los dos ejes y una posición más ventajosa del centro de gravedad. Al hecho de que el motor resulte difícilmente accesible y de que el vehículo no pueda ser equipado nada más con dos asientos no se le da importancia en los coches deportivos.

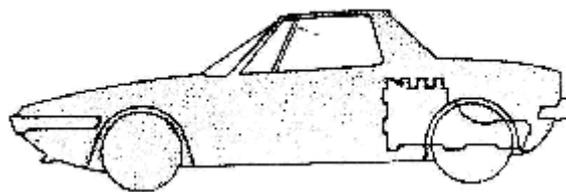


Fig. 26

**2.4.1.5.- Accionamiento por motor por debajo del suelo.-** Es apropiado para autobuses y camiones. Este tipo constructivo tiene una serie de ventajas tales como la de tener el centro de gravedad muy bajo, distribución ventajosa de la carga sobre los ejes, buen aprovechamiento del espacio y buena accesibilidad al motor. En los últimos

tiempos se ha dispuesto también el motor debajo del suelo en la parte posterior del vehículo

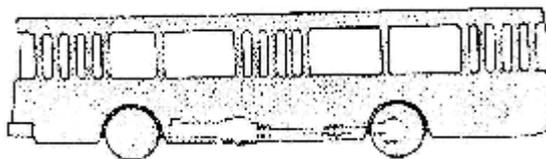
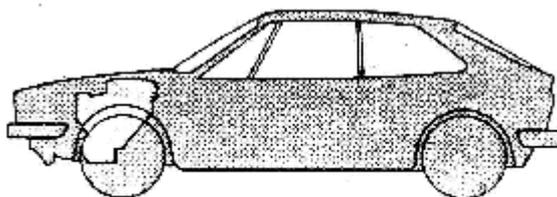


Fig. 27

**2.4.2.- Tracción delantera.-** En la tracción delantera, el motor esta dispuesto o delante o encima o detrás del eje delantero. El motor, el embrague, el cambio de velocidades, el accionamiento del eje y el mecanismo diferencial forman un bloque compacto. El momento de giro del motor no necesita ser transmitido a las ruedas traseras a través de un largo trecho sino que se aplica por el camino más corto a las ruedas delanteras. Como estos vehículos no tienen el árbol articulado de transmisión, desaparece el molesto túnel en el que se aloja. Se hace posible de un espacioso interior para los viajeros así como de un gran portaequipaje en la parte trasera del coche y lo primero cuando especialmente el motor se dispone transversalmente a la dirección de marcha. Si el motor esta colocado por detrás del eje, el voladizo delantero puede mantenerse pequeño con mayor distancia entre ejes, pero el motor ocupa sitio en el lugar interior.. Como las ruedas delanteras accionadas tienen que poder orientarse y además seguir los recorridos de la suspensión, necesitaran imprescindiblemente las correspondientes articulaciones. Resulta especialmente ventajosa la transmisión delantera en el recorrido de curvas y para viajar por pavimentos resbaladizos ya que el vehículo es aquí tirado y no empujado como en el caso de tracción trasera. La buena estabilidad

direccional tiene, por otro lado, como consecuencia el hecho de que para realizar desviaciones de dirección se necesitan mayores esfuerzos en esta.<sup>11</sup>



Motor transversal sobre el eje delantero

Fig.28

#### **2.4.3.- Transmisiones de relación variable con continuidad.-** Las transmisiones

de relación variable pueden ser mecánicas, con fluido intermedio o eléctricas.

Las transmisiones mecánicas con ruedas de embrague no han tenido prácticamente continuación en su empleo, mientras que si han tenido alguna aplicación otras con poleas de diámetro variable. Se trata de vareadores de velocidad constituidos por un par de poleas, compuesta cada una de dos conos con los vértices encarados, entre los cuales el movimiento se transmite por medio de una correa de sección trapecial. El cambio de la relación de transmisión se obtiene variando, en sentido opuesto para las dos poleas, la distancia entre dos conos de manera que la correa rodee a aquellas según diámetros mas o menos grandes.<sup>12</sup>

---

<sup>11</sup> TECNOLOGÍA DEL AUTOMOVIL GTZ, tomo 2 Pp. 369, 370, 371, 372

<sup>12</sup> ENCICLOPEDIA SALVAT DE LAS CIENCIAS, tomo 14 Pp. 176

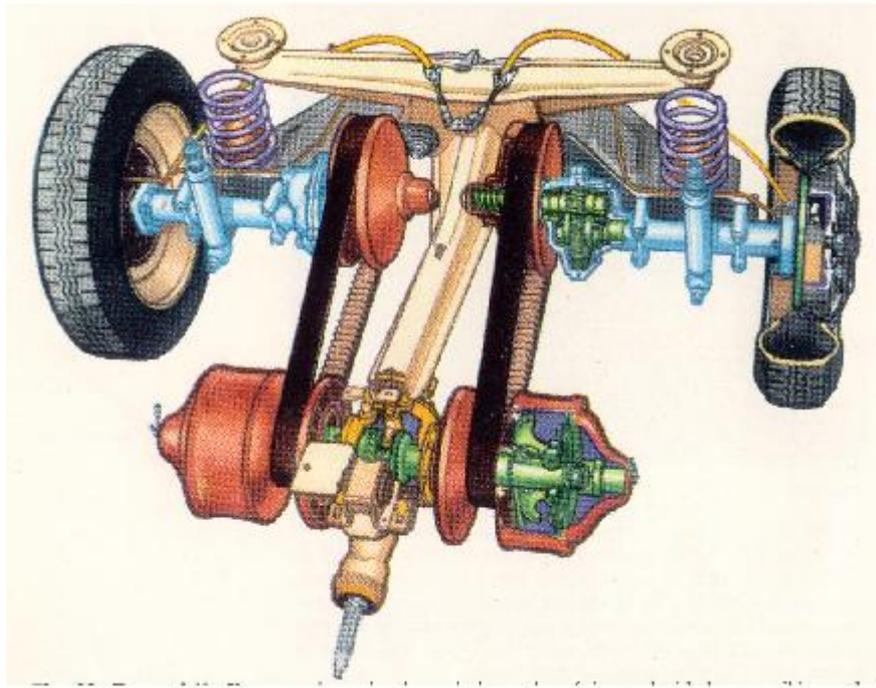


Fig. 29

## **CAPITULO 3**

### **CAJA DE CAMBIOS DEL VEHÍCULO NISSAN MODELO B13**

**3.1.- Descripción y nomenclatura de la caja.-** La caja de cambios del NISSAN B13, es una caja de cambios de 5 marchas adelante y reversa. La quinta marcha es la directa o la sobremarcha. Forma un solo conjunto con el motor y esta situada en forma transversal en la parte delantera del vehículo, proporcionando el movimiento a las ruedas delanteras para que estas a su vez den tracción a toda la unidad.

La nomenclatura o código de la caja es la siguiente:

R S 5 F 3 1 A

R: Tipo de la posición de control ( control manual)

S: Función adicional ( con sobremarcha)

5: Número de marchas adelante ( 5)

F: Sistema de transmisión: ( Motor delantero, transmisión delantera)

31: Clasificación 30 - 99 ( 31)

A: Diferencia o símbolo del modelo.

### **3.2.- Componentes:**

#### **3.2.1.- Componentes de la caja.-**

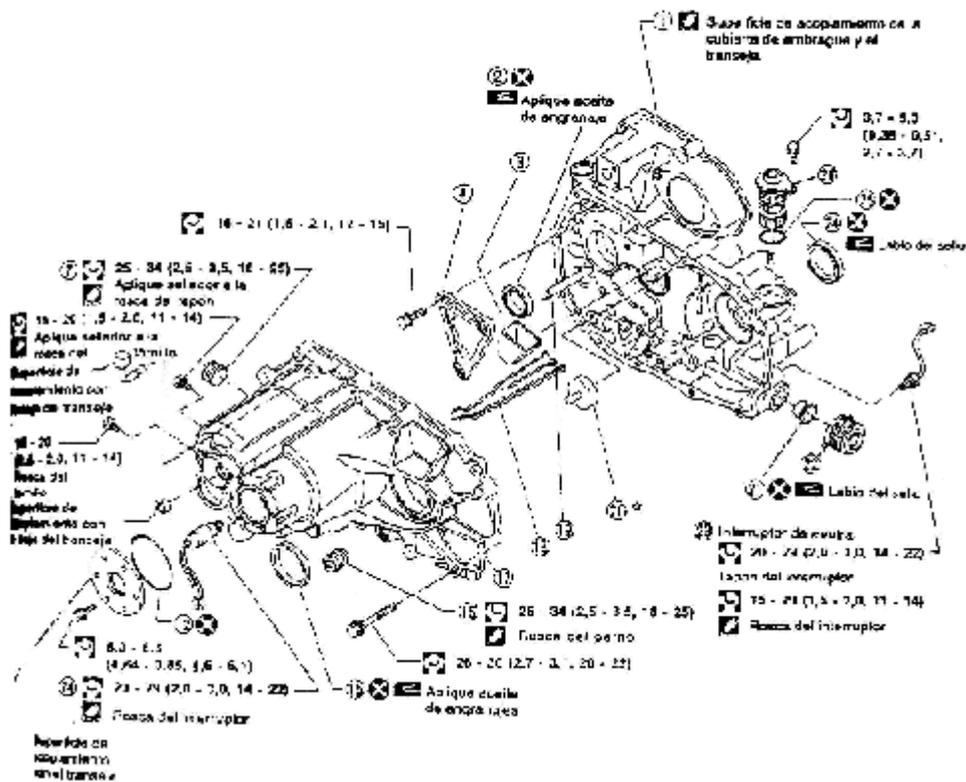


Fig. 30

- |                           |                                       |
|---------------------------|---------------------------------------|
| 1. Cubierta de embrague   | 14. Interruptor luz de reversa        |
| 2. Sello de aceite        | 15. Sello de aceite                   |
| 3. Contenedor de aceite   | 16. Tapón de drenado                  |
| 4. Reten del cojinete     | 17. Caja del transeje                 |
| 5. Respiración            | 18. Deflector de aceite               |
| 6. Tornillo de apriete    | 19. Flecha de engrane loco de reversa |
| 7. Tapón de llenado       | 20. Canaleta de aceite                |
| 8. Tapón del interruptor  | 21. Sello de aceite                   |
| 9. Respiradero            | 22. Cubre polvo                       |
| 10. Tapón del interruptor | 23. Tapón del interruptor             |
| 11. Tapón de expansión    | 24. Sello de aceite                   |
| 12. Sello "o "            | 25. Sello "o "                        |
| 13. Tapa de la caja       | 26. Piñón del velocímetro             |

### 3.2.2.- Componentes de engranajes.-

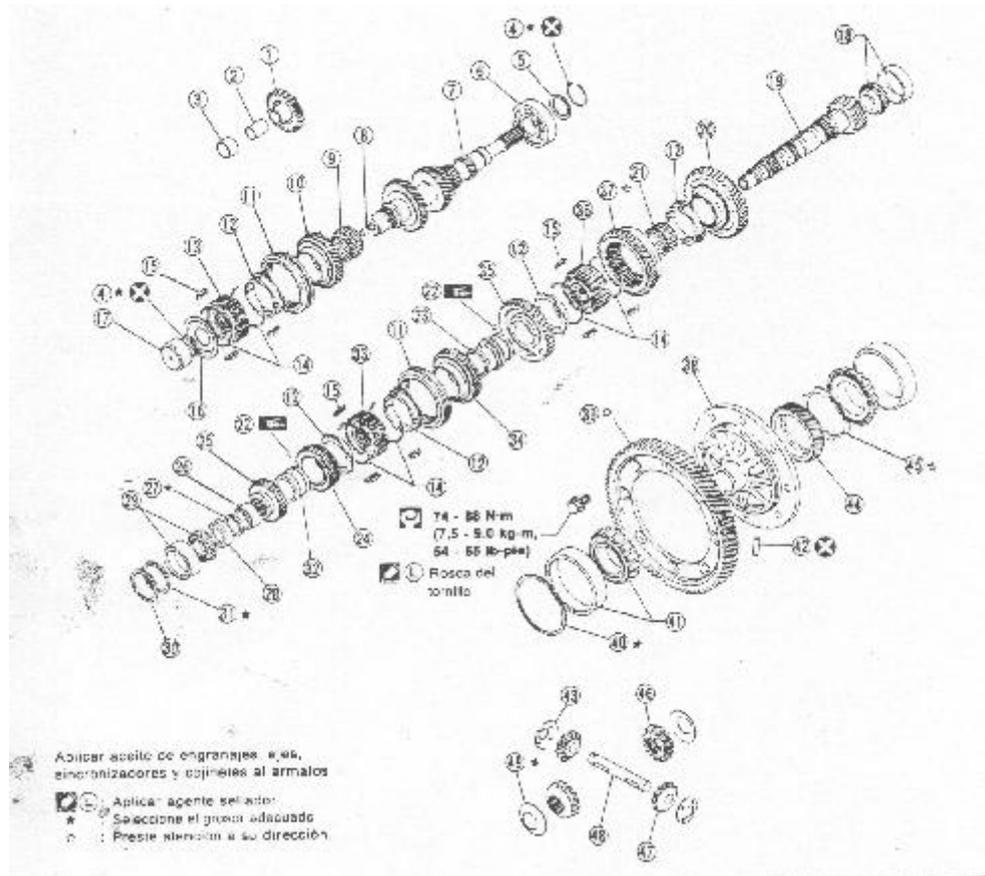


Fig. 31

- |  |   |   |
|--|---|---|
| 1. Engrane loco de reversa                   | 17. Cojinete trasero de la flecha impulsora               | 33. Cubo sincronizador de 3 y 4                             |
| 2. Buje del engrane loco de reversa          | 18. Cojinete delantero de la flecha principal             | 34. Engrane principal de 3                                  |
| 3. Espaciador del engrane loco de reversa    | 19. Flecha principal                                      | 35. Engrane principal de 2                                  |
| 4. Seguro circular                           | 20. Engrane principal de 1                                | 36. Cubo sincronizador de 1 y 2                             |
| 5. Espaciador del engrane impulsor           | 21. Cojinete de agujas                                    | 37. Engrane principal de reversa (manguito de acoplamiento) |
| 6. Cojinete delantero de la flecha impulsora | 22. Bola de acero   | 38. Caja diferencial  |
| 7. Flecha impulsora                          | 23. Buje de 2 y 3   | 39. Engrane corona del diferencial                          |
| 8. Tapón de aceite                           | 24. Engrane principal de 4                                | 40. Laminas de ajuste del cojinete lateral del diferencial  |
| 9. Cojinete de agujas del engrane de 5       | 25. Engrane principal de 5                                | 41. Cojinete lateral del diferencial                        |
| 10. Engrane impulsor de 5                    | 26. Arandela de empuje                                    | 42. Perno de retención                                      |
| 11. Manga de acoplamiento                    | 27. Seguros en c  | 43. Arandela de ajuste del piñón diferencial                |
| 12. Anillo sincronizador                     | 28. Soporte del seguro en c                               | 44. Engrane impulsor del velocímetro                        |
| 13. Cubo sincronizador de 5                  | 29. Cojinete trasero de la flecha principal               | 45. Tope del velocímetro                                    |
| 14. Resorte expansor                         | 30. Espaciador  | 46. Engrane lateral del diferencial                         |
| 15. Inserto de cambio de velocidad           | 31. Laminas de ajuste del cojinete de la flecha principal | 47. Piñón del diferencial                                   |
| 16. Tope de 5                                | 32. Buje de 4   | 48. Flecha del piñón del diferenc.                          |
|  |   | 49. arandela de ajuste del engrane lateral                  |

### 3.2.3.- Componentes del control de cambio de velocidades.-

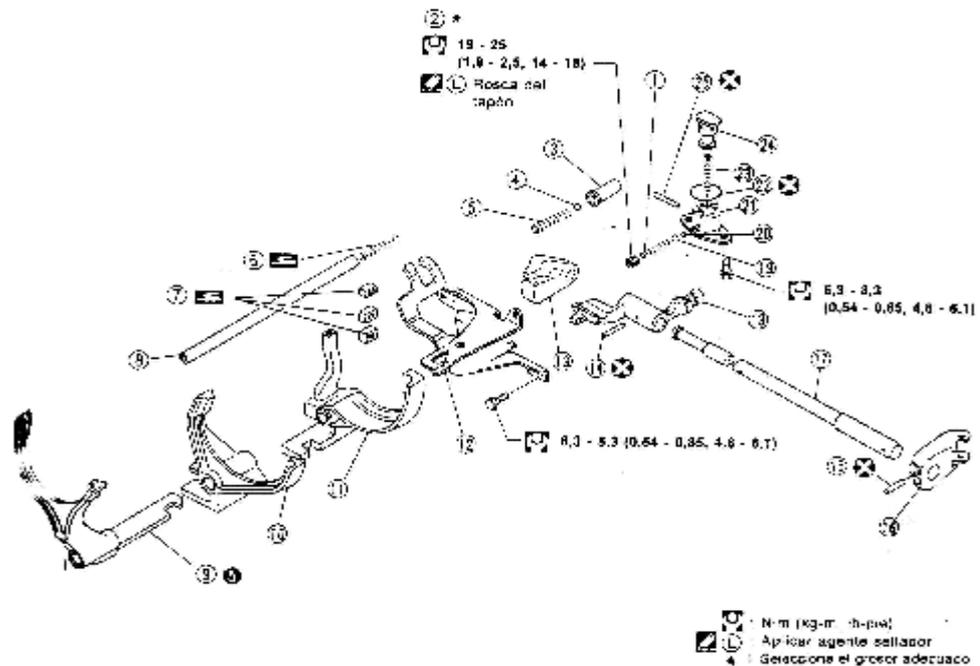


Fig. 32

- |  |                                 |
|--|---------------------------------|
| 1. Resorte de fijación de reversa                | 14. Perno retenedor             |
| 2. Tapón de fijación                             | 15. Perno retenedor             |
| 3. Guía tope para la bola de fijación            | 16. horquilla                   |
| 4. Bola de fijación del cambio de velocidades    | 17. Barra de cambios            |
| 5. Resorte de fijación de cambio de velocidades  | 18. Leva de la barra de cambios |
| 6. Resorte de apoyo de la flecha de la horquilla | 19. Bola de fijación grande     |
| 7. Casquillos de cambiador                       | 20. Bola de fijación pequeña    |
| 8. Flecha de la horquilla                        | 21. Manguito de fijación        |

- 9. Horquilla de cambios de 5
  - 10. Horquilla de cambios de 3 y 4
  - 11. Horquilla de cambios de 1 y 2
  - 12. Soporte de control
  - 13. Seguro de interfijación
  - 22. Sello "o"
  - 23. Resorte de retorno de selección
  - 24. Embolo buzo de fijación
  - 25. Perno tope
- 3.3.- Funcionamiento.-**

VIDEO EXPLICATIVO

**3.4.- Relación de transmisión de la caja.-** Tomando en cuenta el concepto de relación de transmisión detallado en el capítulo 1 y literal 3, podemos deducir las distintas relaciones de transmisión de cada una de las marchas por medio de la fórmula  $i = Z2 / Z1$ ; de la cual  $Z2$  y  $Z1$  son conocidos, o se puede obtener contando el número de dientes de cada rueda dentada.

A continuación una tabla en la cual detallamos el número de engrane, la velocidad a la que pertenece, el número de dientes y la relación de transmisión:

<b>RELACIÓN DE TRANSMISIÓN DE LA CAJA Y TRANSEJE</b>			
<b>CAJA DE CAMBIOS MODELO: RS5F31A</b>			
<b>VELOCIDAD</b>	<b>ENGRANE IMPULSOR Z1</b>	<b>ENGRANE PRINCIPAL Z2</b>	<b>RELACIÓN DE TRANSMISIÓN i</b>
1	16	49	3,063
2	23	42	1,826
3	29	35	1,207
4	41	37	0,902
5	42	34	0,810
REVERSA	12	41	3,417
DIFERENCIAL	17	76	4,471

**3.5.- Lubricantes especificados.-** Los aceites lubricantes para la caja de cambios y mecanismo diferencial de los automóviles tienen que formar una película lubricante entre las piezas que se deslizan entre sí para evitar que los flancos de los dientes se toquen unos con otros, con objeto de reducir el rozamiento y el desgaste. Esta película lubricante debe ser lo suficientemente resistente a la presión superficial para que con las presiones que se presentan entre los dientes no se rompa. Además, el aceite debe servir como elemento refrigerador porque con la presión y el deslizamiento sobre los flancos de los dientes, en los soportes y en las piezas que se conectan, así como en el dispositivo de sincronización, se produce calor.

Incluso también en el caso de elevadas temperaturas el aceite no deberá perder su poder lubricante. Igualmente a de ser resistente al frío con objeto de que en invierno sea posible una perfecta lubricación y puesta en marcha.

Los aceites lubricantes para el tipo de mecanismos que se ocupa tienen que impedir las corrosiones en los engranajes y no atacar las juntas. Tampoco deben presentar una tendencia exagerada a la formación de espuma.

Entre los parámetros más importantes que se deben tomar en cuenta para los mecanismos tenemos:

**3.5.1.- Viscosidad.-** Los aceites para las cajas de cambio de los coches y para los mecanismos diferenciales están clasificados, como los aceites para el motor, en clases

SAE. En los mecanismos de cambio de los coches de turismo se emplean aceites de las clases SAE 80 y SAE 90.

**3.5.2.- Aditivos para altas presiones.-** En la actualidad no pueden emplearse ya en los mecanismos aceites sin aditivos. Mediante la adición de productos constituidos a base de azufre, cloro, plomo, fósforo, cinc y sus combinaciones se obtiene en los aceites la necesaria capacidad y resistencia a la presión superficial. Estos aditivos se combinan a determinada temperatura con el material de los dientes, con lo cual se forma en sus flancos un material que actúa como si fuera un lubricante sólido.

**3.5.3.- Aceites Hipoides.-** En el caso de accionamiento por medio de engranajes hipoides ( usados en las cajas de cambio para tracción delantera), se producen a consecuencia del desplazamiento de los árboles condiciones especiales de lubricación. Se tienen también en este caso presiones mayores en los dientes y una sollicitación especial de deslizamiento en los flancos de los dientes. Los aceites hipoides tienen para estos efectos aditivos especiales para altas presiones. Además de emplearse en los accionamientos por engranes hipoides, se usan estos aceites para todos los mecanismos diferenciales y de cajas de cambios que hayan de trabajar en condiciones muy duras.<sup>13</sup>

---

<sup>13</sup> TECNOLOGÍA DEL AUTOMOVIL GTZ, tomo 2 Pp. 408, 409

## **CAPITULO IV**

### **CONSTRUCCIÓN DEL BASTIDOR**

**4.1.- Esquematzación.-** Dado que las partes constitutivas del banco de pruebas son las partes reales de un automotor, se necesita que dicho banco sea similar al chasis de un vehículo que es donde esta montado este sistema.

Las dimensiones con que se ha construido el banco han sido tomando en cuenta las medidas y los requerimientos de cada una de las partes del sistema.

**4.2.- Materiales.-** Los materiales utilizados para la construcción del banco, han sido seleccionados tomando en cuenta que: va a ser un banco estático, las cargas que va a soportar no son elevadas. La facilidad para ser trabajados.

De acuerdo a lo expuesto anteriormente, se escogieron los siguientes materiales:

- Ángulo, utilizado en la construcción del armazón principal
- Platina, destinado como soporte de los elementos del sistema.
- Materiales fungibles: entre estos materiales podemos anotar los electrodos, pernos, rodela, pintura, lija, piedra de esmeril.

**4.3.- Proceso de construcción del bastidor**

#### **4.3.1.- Maquinas herramientas y herramientas manuales utilizadas:**

- Sierra; utilizada para el corte de ángulo, platina y ejes.
- Soldadora eléctrica; usada para la unión de las diferentes partes del armazón.
- Esmeriladora; usada para igualar las piezas cortadas.
- Taladro de columna; con este realizamos los orificios necesarios en el banco.
- Flexómetro y calibrador Pálmer; ocupado en la medición de las diferentes partes del banco.
- Escuadras y regla; indispensables para realizar los trazos en forma correcta.
- Rayador.
- Limas; usadas para el acabado e igualación de los cortes.
- Brocas; usadas para hacer los orificios.

#### **4.3.2.-Procesos de trazado y corte.-**

**Trazado:** una vez que se ha trazado un bosquejo o modelo de lo que va a ser el banco, se procedió a la medición en el material y a rayarlo; es decir, las líneas por donde ira el corte, ejes de simetría para el caso de agujeros.

**Corte:** por las líneas previamente medidas y rectificadas, se procede a cortar el material; esto se realizó con el arco de sierra, que es un proceso de corte con desprendimiento de viruta, al momento de realizar el corte se debe tomar en cuenta la posición del arco de sierra, para que la hoja, que es la parte activa de esta herramienta, siga por las líneas correctas.

**Taladro;** utilizamos para la realización de los diferentes tipos de agujeros necesitados en el material.

**4.3.3.- Soldadura.-** Una vez cortadas las diferentes piezas, procedemos a unir las por medio de la suelta que consiste en la unión de dos o más piezas por medio del arco voltaico y el material de aportación que es el electrodo. El electrodo utilizado fue el E-6011 que es el más apropiado para este tipo de trabajo, ya que tiene buena resistencia y buen acabado.

Se utilizó este método de unión de las diferentes partes por ser un proceso económico y seguro.

**4.4.- Montaje de los elementos.-** Como se indicó en un numeral anterior (esquematación), el banco fue construido en base a los requerimientos de los componentes del sistema de dirección. A continuación iremos detallando como fue el montaje de los elementos:

**4.5.- Acabados y pintura.-** Una vez que el armazón ya ha sido probado con los elementos constitutivos del banco y después de haber hecho las conexiones necesarias, se procedió a dar el acabado al banco el cual consistió en: esmerilar los sobresaltos de soldadura, lijar las superficies; para así dejarlos fuera de impurezas, óxidos y suciedad para colocar la pintura correspondiente.

La utilización de la pintura es para dar una mejor presencia al banco y a mas de eso lo fundamental para protegerlos contra agentes de deterioro, óxidos, corrosión, etc.

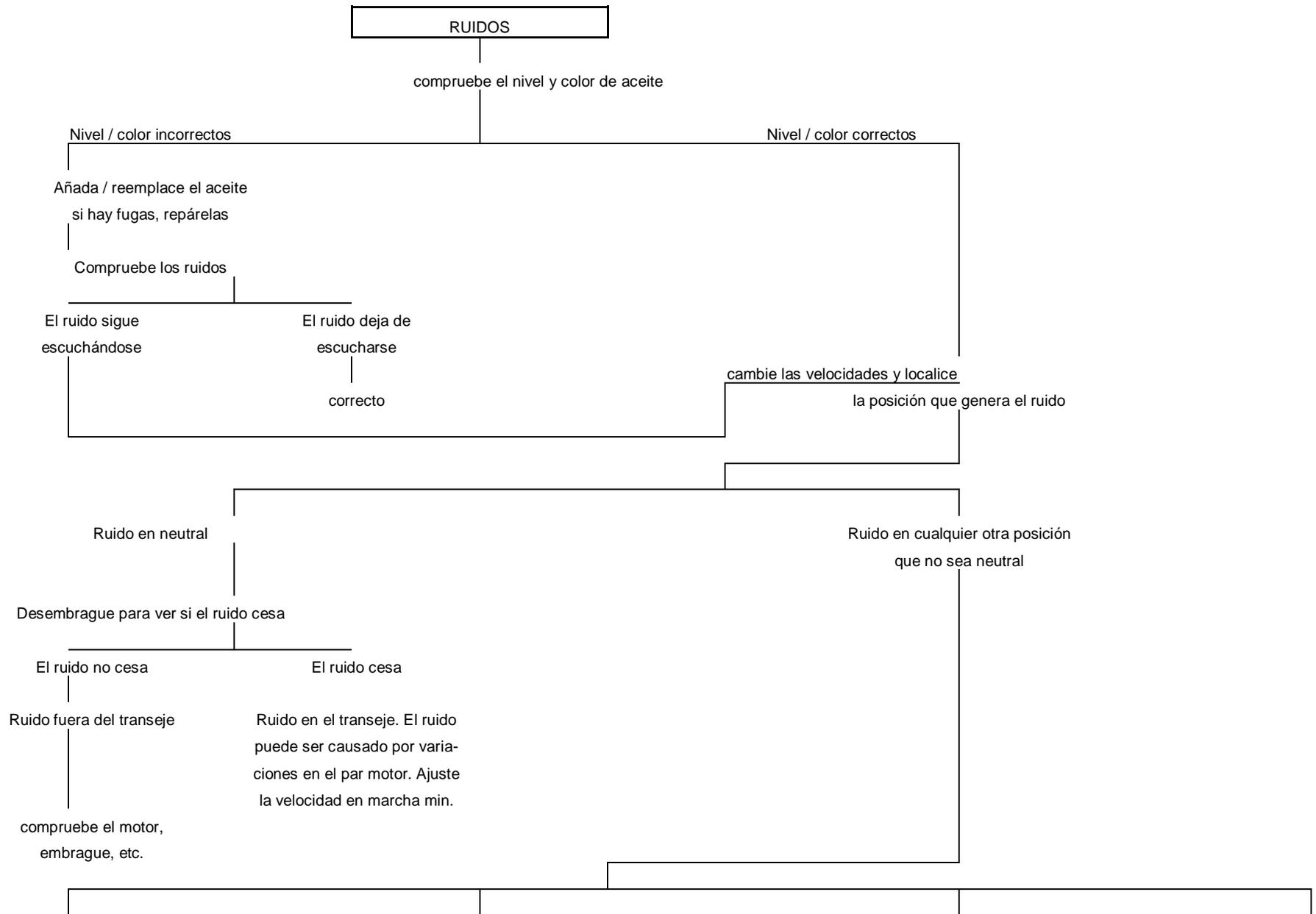
# **CAPITULO V**

## **MANUAL DE MANTENIMIENTO**

### ***PRACTICAS DE LABORATORIO***

#### **5.1.- Análisis y detección de averías.-**

### ***DIAGNOSTICO Y CORRECCIÓN DE FALLAS***



El ruido se produce en una posición específica del cambio de velocidades, y alcanza su punto máximo a unas R.P.M. del motor específicas, y deja de escucharse cuando la transmisión esta en directa

El ruido parece producirse en el transeje. Desensamble y compruebe el embrague en el que se produce el ruido y vea la condición de su superficie y cojinetes

Reemplace el engranaje y/o cojinete

El ruido se produce en todas las posiciones menos en neutral y alcanza su punto máximo a una velocidad específica del vehículo

La fuente de ruido parece estar localizada en la caja del diferencial. Compruebe el diferencial y elimine la causa del ruido

Se produce un ruido estruendoso en todas las posiciones y alcanza su punto máximo a unas R.P.M. del motor específicas

El ruido ocurre al cambiar de velocidades

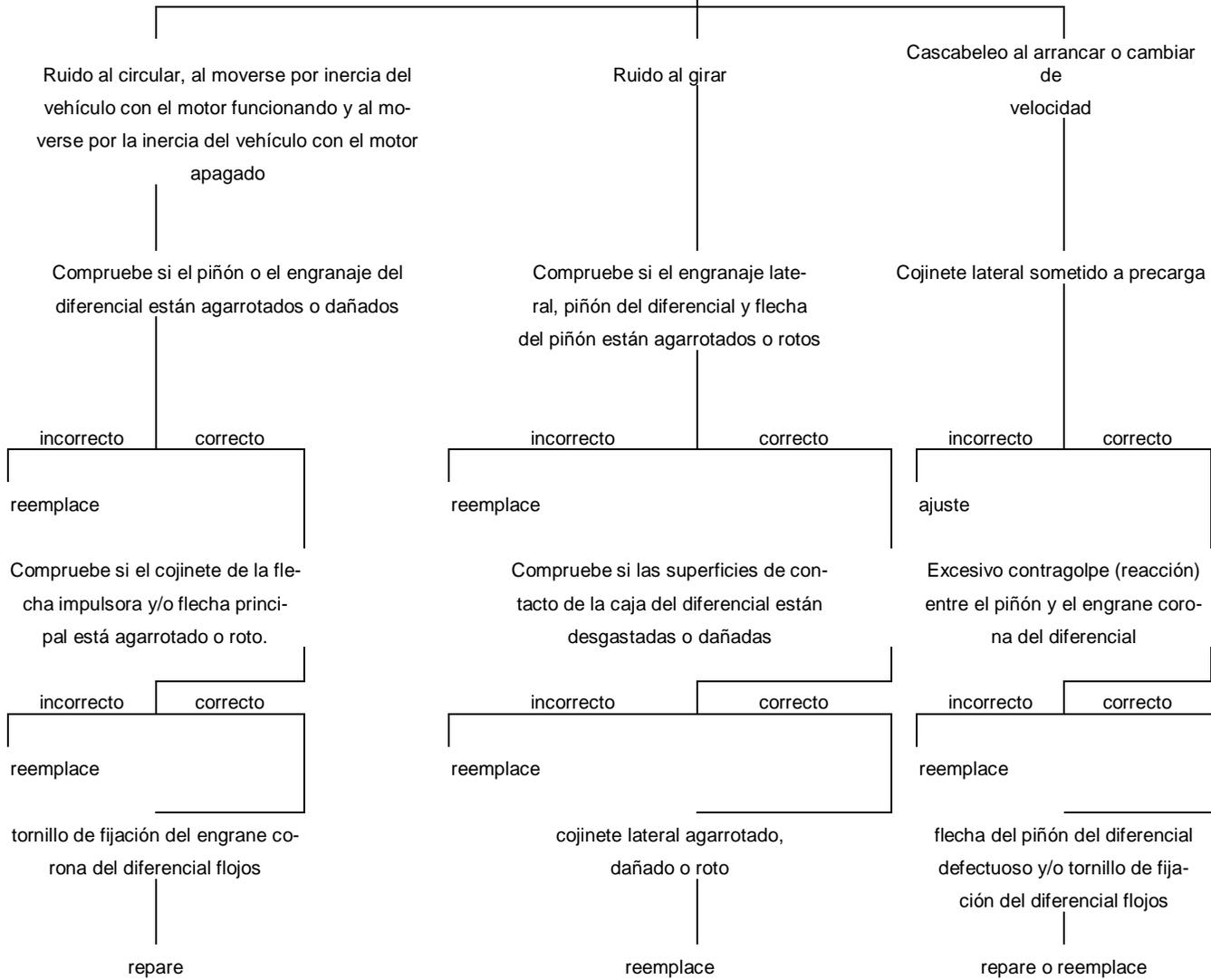
Refiérase a la sección mecanismo de sincronización defectuoso

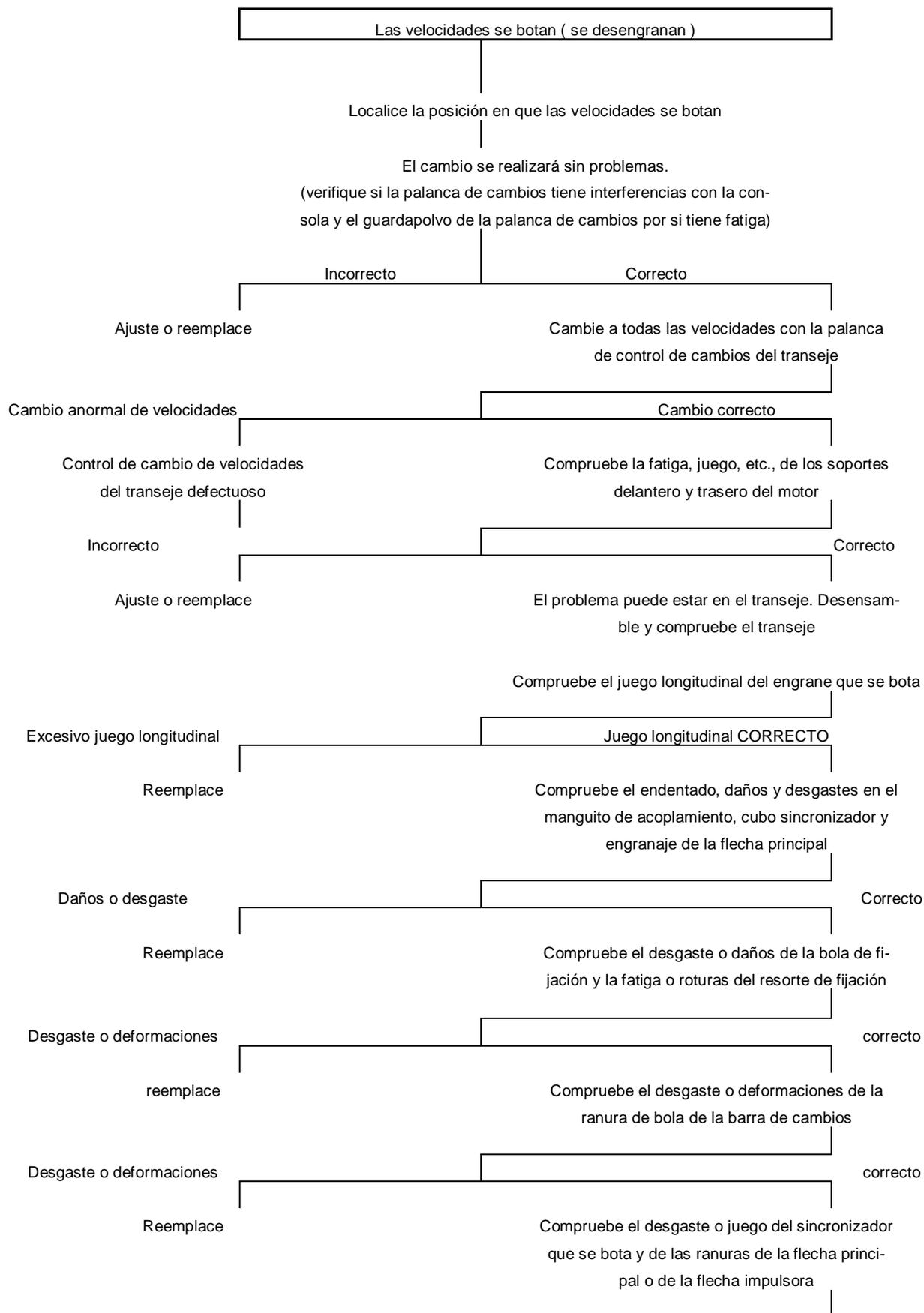
Los engranes rechinan al sincronizarse

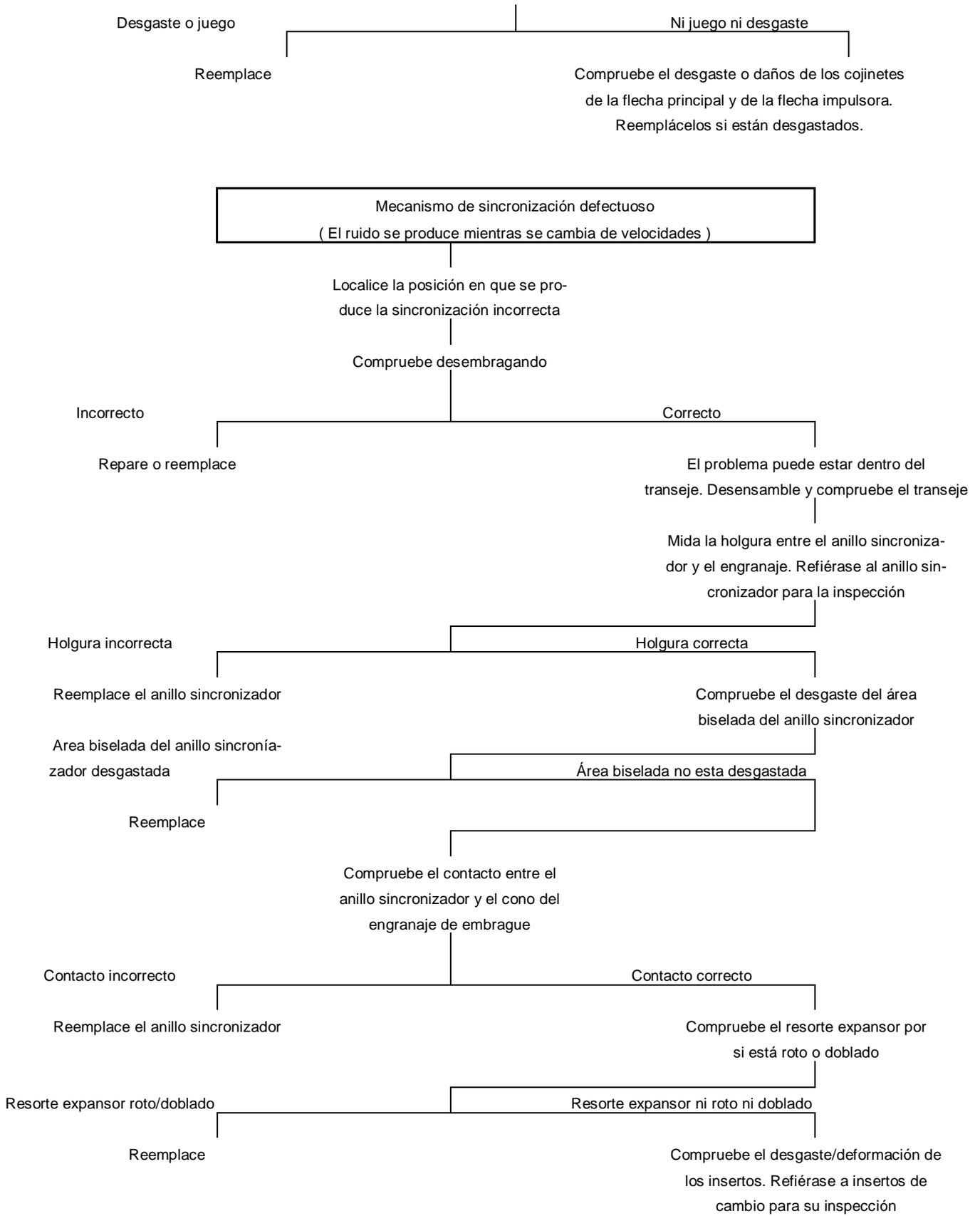
El ruido ocurre al llevar la palanca después de cambiar de velocidades

Piezas en movimiento (acoplamientos, engranajes, etc.) del transeje interfiriendo con otras piezas

RUIDOS EN EL ENGRANAJE DIFERENCIAL



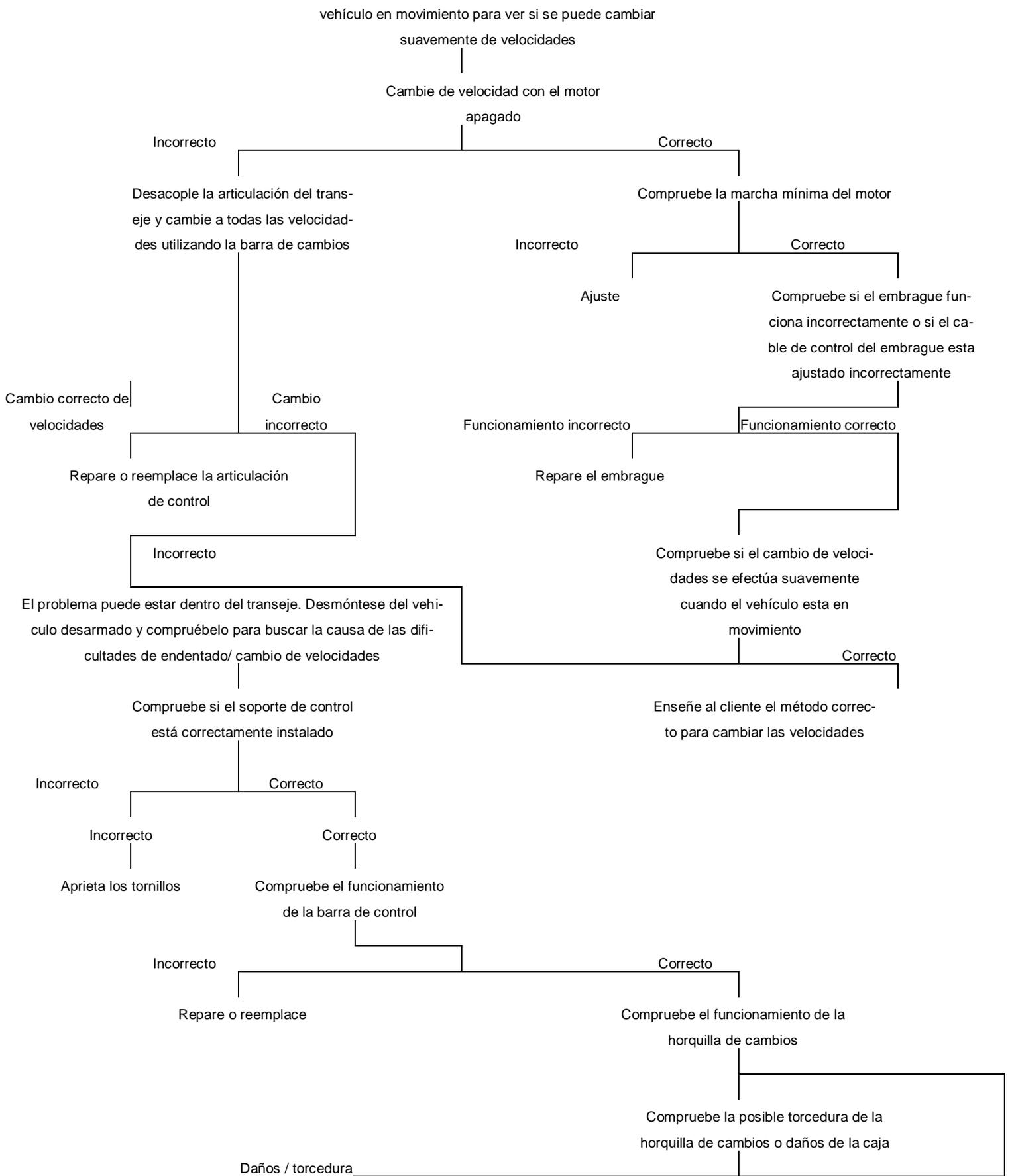


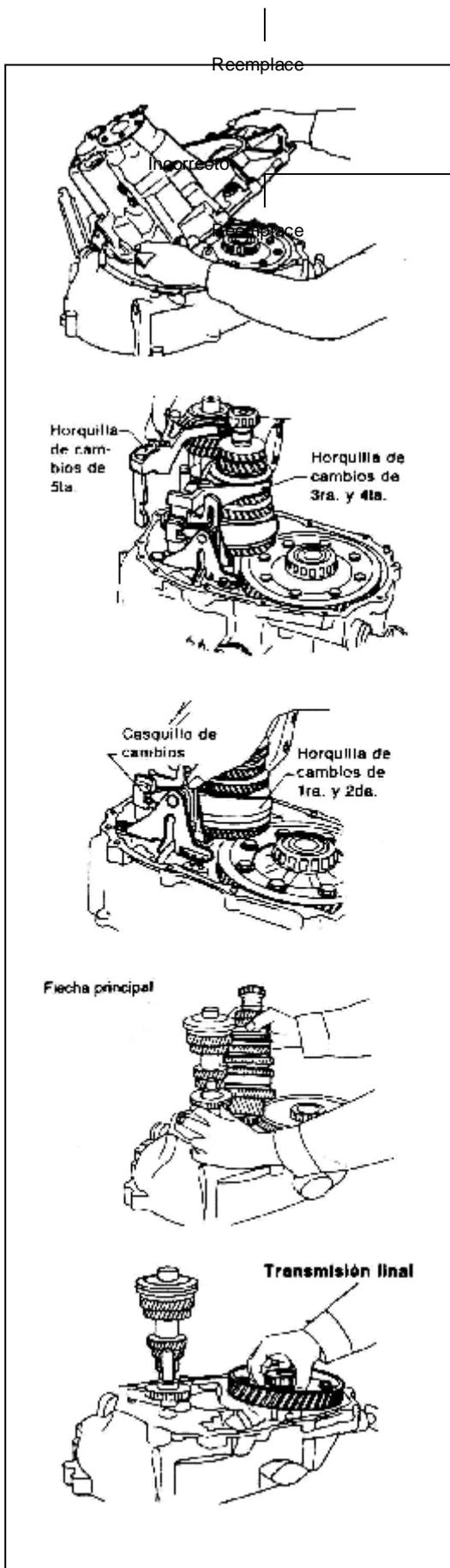


Es difícil engranar cambiar de velocidad



Cambie de velocidades reduciendo y aumentando con el





Compruebe el endentado del cubo, manguito de acoplamiento, engranaje de embrague, etc.

Correcto

Compruebe los diámetros y caras laterales de los engranajes por si hubiese señas de atoramiento - Reemplace las piezas que se encuentren defectuosas

## 5.2.- Desarmado de la unidad.-

1. Limpie la suciedad y la grasa.
2. Drene el aceite de la caja del transeje.
3. Quite los tornillos de fijación de la caja del transeje.
4. Golpee la caja con un martillo de plástico, y luego levante cuidadosamente la caja del transeje, mientras la inclina ligeramente para evitar que la horquilla de cambios de 5 interfiera con la caja.
5. Extraiga el espaciador del engrane loco de reversa y la flecha de la horquilla, después desmonte las horquillas de cambios de 5, 3 y 4.

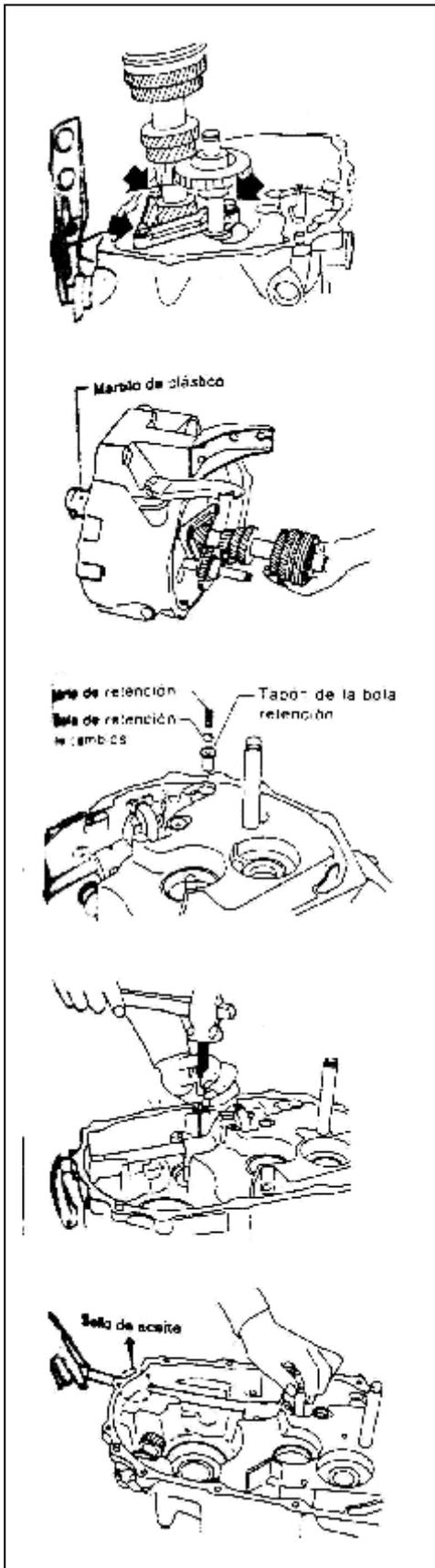
Tenga cuidado de no perder el casquillo de cambios

6. Desensamble el soporte con la horquilla de cambios de 1 y 2

Tenga cuidado de no perder la bola de fijación de elección, resorte de fijación, y casquillos cambiadores.

- A. Remueva la flecha principal y el conjunto de engrane final. Retire la flecha principal sin girarla. El no hacerlo de esta manera puede dañar la

canaleta de aceite, la cual esta situada en el lado de la cubierta del embrague.



B. Remueva los tornillos de seguridad del reten del cojinete

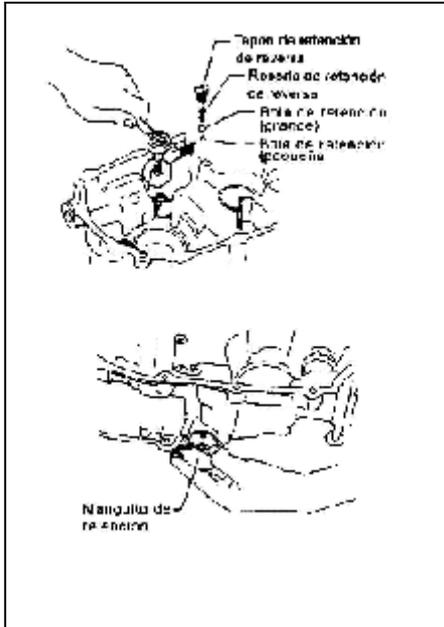
7. Gire la cubierta del embrague de forma que esta quede hacia abajo, Golpee ligeramente el extremo de la flecha impulsora, (por el lado del motor) con un martillo de plástico, y luego quite la flecha impulsora junto con el cojinete y el engrane loco de reversa. No saque la flecha del engrane loco de reversa de la cubierta del embrague porque su ajuste se perderá. Al desmontar la flecha impulsora tenga cuidado de no rayar el labio del sello de aceite con las estrías de la flecha.

8. Quite el contenedor de aceite, bola de fijación de cambios de velocidad, resorte de fijación.

9. Extraiga el perno retenedor de la leva de la barra de cambios después quite la barra de cambios, la leva y el seguro de interfijación.

A. Elija una posición en la que el perno retenedor no interfiera con la cubierta del embrague al desensamblar dicho perno.

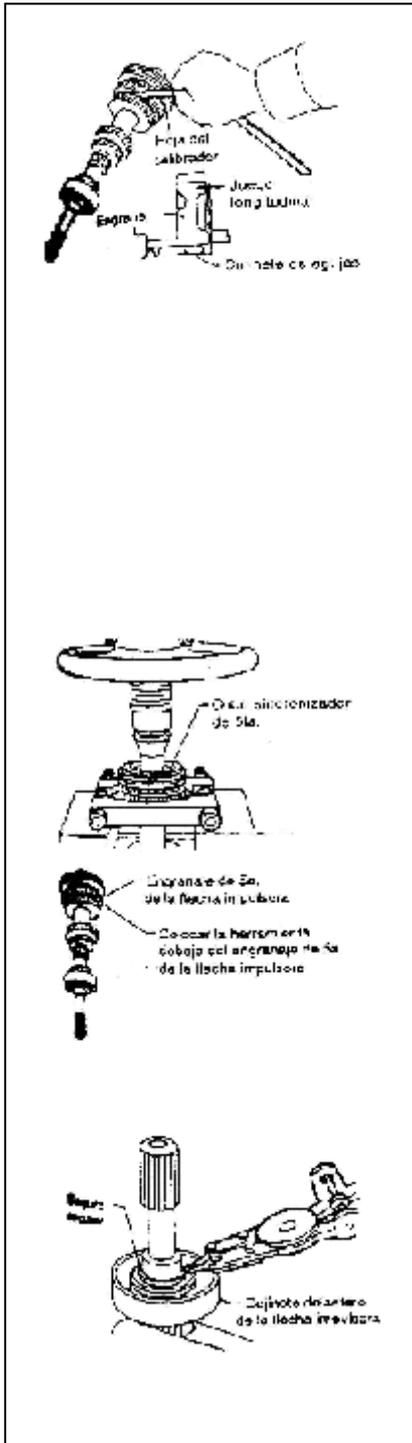
B. Al desensamblar la barra de cambios, tenga cuidado de no dañar el labio del sello de aceite. Si fuera necesario cubra los bordes de la barra de cambios al desensamblarla.



10. Quite el tapón de fijación de reversa y luego separe el resorte y las bolas de fijación

11. Quite el conjunto de fijación.

### 5.3.- Análisis y reparación de las piezas componentes.-



#### Flecha impulsora y engranes

##### Desarmado

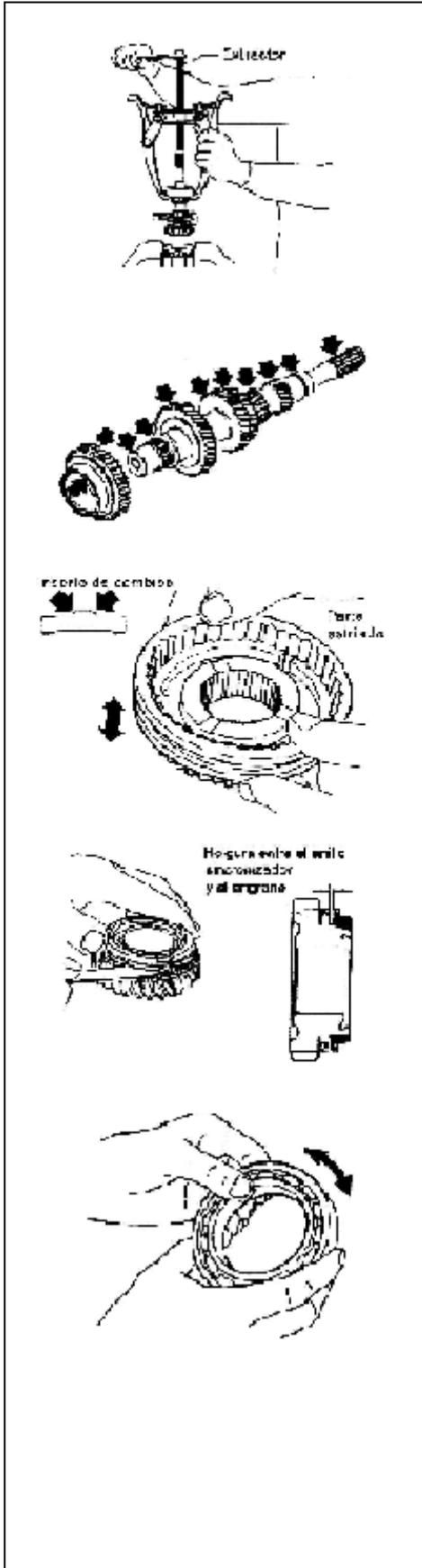
1. Antes de desarmar, mida el juego longitudinal del engrane de 5 de la flecha impulsora (0.18 - 0.31 mm)

Si el juego longitudinal no cumple el límite especificado, desensamble y revise todas las partes.

2. Quite el seguro circular y el tope de 5ª.

Extraiga el sincronizado de 5ª. Y el cojinete de agujas del engrane de 5ª.

3. Quite el seguro circular del cojinete frontal y retire el espaciador del engranaje impulsor. No vuelva a usar el seguro circular.



4. Saque el cojinete delantero de la flecha impulsora.
5. Remueva el reten del cojinete.

### Inspección

- Compruebe si las flechas están agrietadas, desgastadas o dobladas
- Compruebe si los engranes están agrietados, desgastados o rotos.

### Sincronizado

- Revise la parte estriada del manguito de acoplamiento, el cubo y el engrane por desgaste, deformación o daños.
- Revise el anillo sincronizado por desgaste, deformación o daños.
- Compruebe si los insertos de cambios están desgastados o deformados.

Coloque el anillo sincronizado en su posición en el cono. Sujetando el anillo ranurado contra el engrane hasta que no pueda introducirse más, mida el espacio existente entre el anillo sincronizado y el engrane.

Si la holgura es inferior al límite de desgaste, reemplácelo.

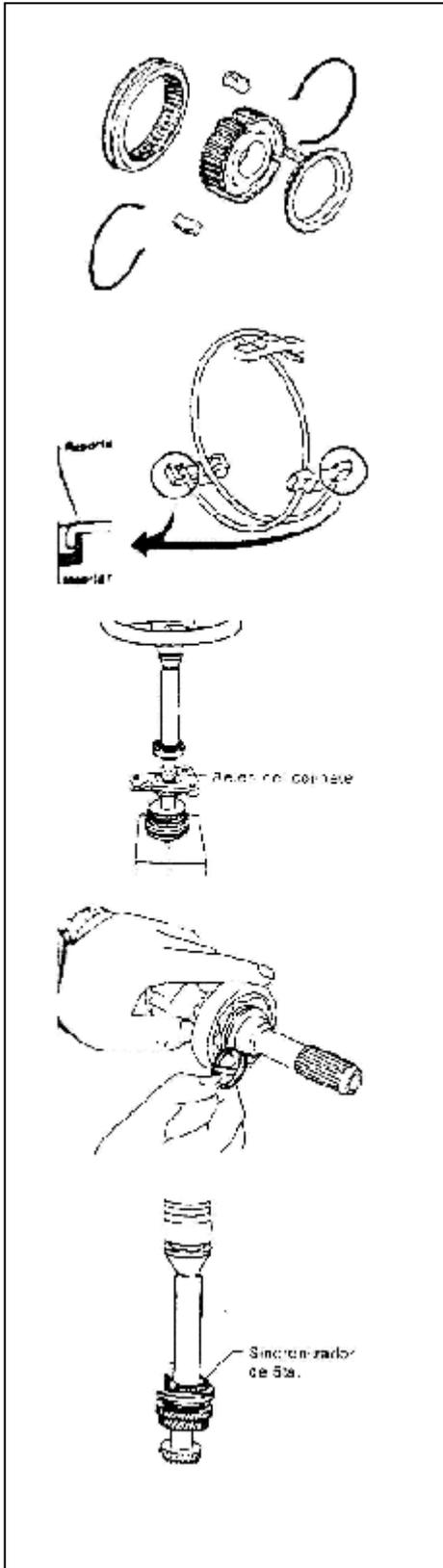
Holgura entre el anillo sincronizado y el engrane

Estándar:

– 1.35 mm.

Límite de desgaste

0.7 mm.



## Cojinetes.

- Asegúrese de que los cojinetes giran libremente y de que no están agrietados, picados, des gastados o hacen ruidos.

### Armado

1. Arme el sincronizado de 5<sup>a</sup>.

- Tenga cuidado de no enganchar los extremos delantero y trasero del resorte expansor al mismo inserto.

2. Instale el reten del cojinete

3. Instale el cojinete delantero de la flecha impulsora usando una prensa.

4. Instale el espaciador del engrane de la flecha impulsora.

5. Seleccione un seguro circular adecuado para el cojinete delantero de la flecha impulsora con el que se pueda reducir al mínimo la holgura de la ranura de la flecha impulsora. Instale el seguro circular.

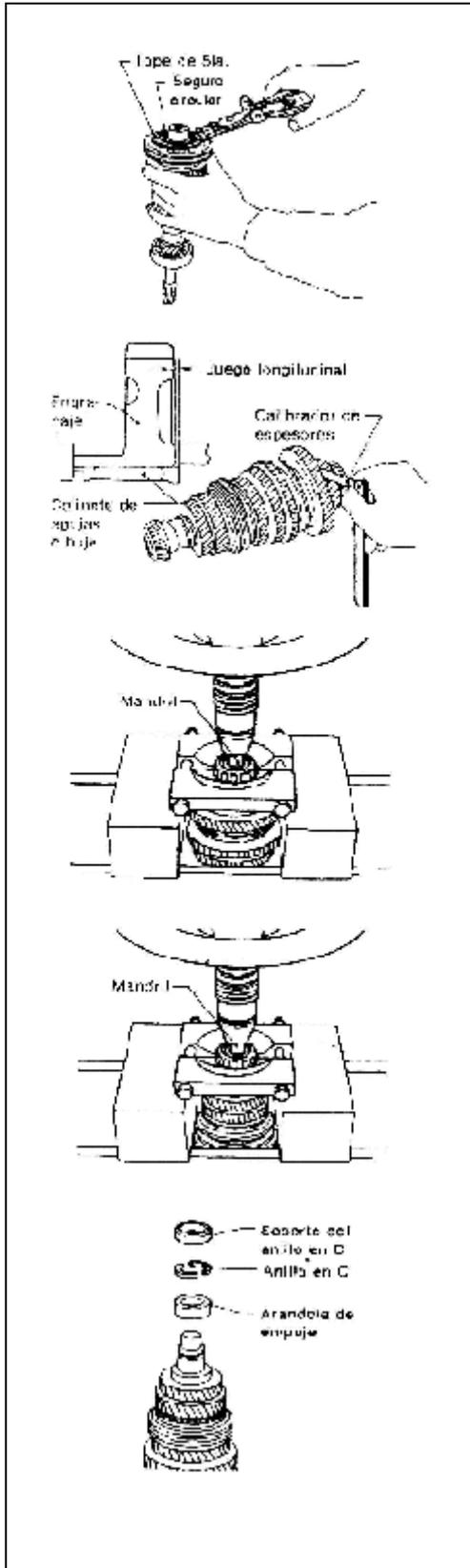
Holgura permitida de la ranura:

0 - 0.1 mm

6. Instale el cojinete de agujas del engrane de 5<sup>a</sup>. , engrane de 5<sup>a</sup>. De la flecha impulsora, sincronizado de

5ª. Y tope de 5ª.

7. Mida el juego longitudinal del engrane.



8. Seleccione un grupo circular adecuado para el cubo sincronizado de 5ª. Con el que se reduzca al mínimo la holgura de la ranura de la flecha impulsora. Instale el seguro circular.

Holgura permitida de la ranura:

0 - 0.1 mm

### Flecha principal y engranes

#### Desarmado

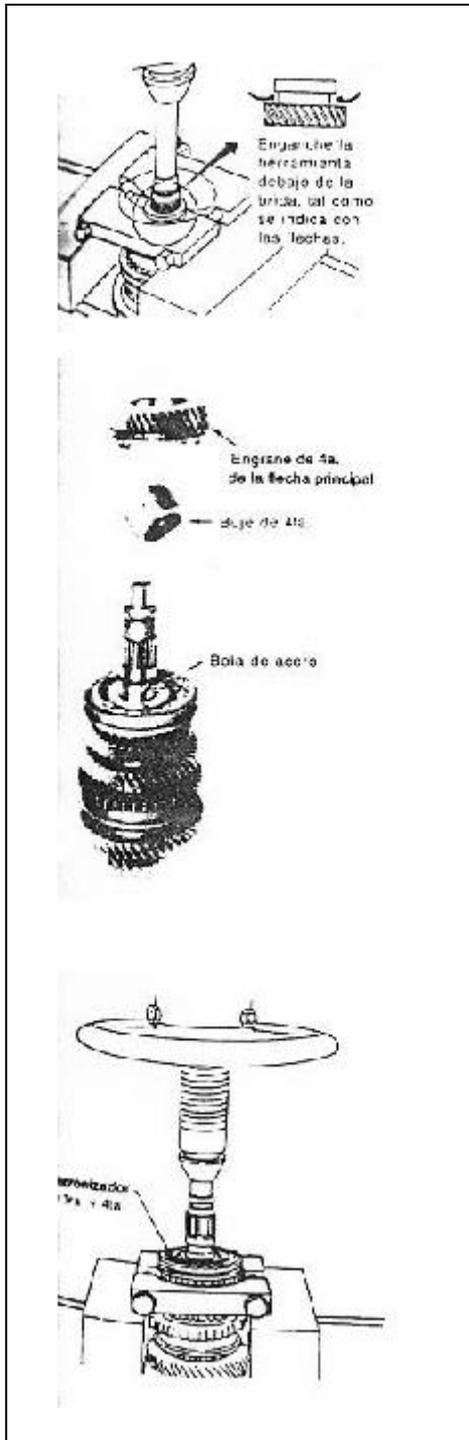
1. Antes de desarmar, compruebe el juego longitudinal de los engranes de 1ª. 2ª. 3ª. 4ª. Del eje principal.

- Si no cumple las especificaciones, desarme y revise la superficie de contacto del engrane, eje y cubo. Luego revise la holgura de la ranura del anillo en C.

2. Desmonte el cojinete delantero de la flecha principal usando una prensa.

3. Desmonte el cojinete trasero de la flecha principal usando una prensa.

4. Desmonte los anillos en C, soporte al anillo en C y arandela de empuje.



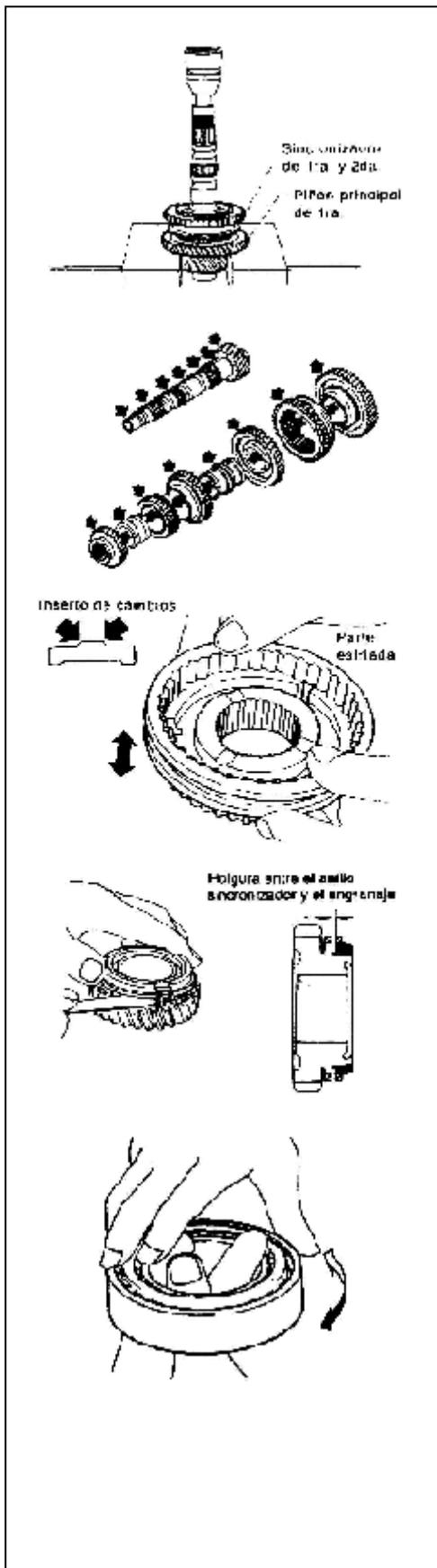
5. Desmonte el engrane de 5ª. De la flecha principal usando una prensa.

6. Desmonte el engrane de 4ª. De la flecha principal, buje de 4ª, y bola de acero.

- Tenga cuidado de no perder la bola de acero.

7. Quite el sincronizador de 3ª. Y 4ª. , engrane de 3ª. De la flecha principal, buje de 2ª. Y 3ª. , bola de acero y engrane de 2ª. De la flecha principal.

- Tenga cuidado de no perder la bola de acero.



8. Quite el sincronizador de 1ª. Y 2ª. Y el engrane de 1ª. De la flecha principal. Luego desmonte el cojinete de aguja del engrane de 1ª.

### Inspección

#### Engrane y flecha

- Compruebe si la flecha esta agrietada, desgastada o doblada.
- Compruebe si los engranes están excesivamente desgastados, picados o agrietados.

#### Sincronizador

- Compruebe si la parte estriada de los manguitos de acoplamiento, cubos y engranes están desgastadas o agrietadas.
- Compruebe si los anillos sincronizadores están agrietados o deformados.
- Compruebe si los insertos de cambios están desgastados o deformados.
- Mida la holgura entre el anillo sincronizador y el engranaje.

Holgura entre el anillo sincronizador y los engranajes de 1ª. a 4ª. de la flecha impulsora:

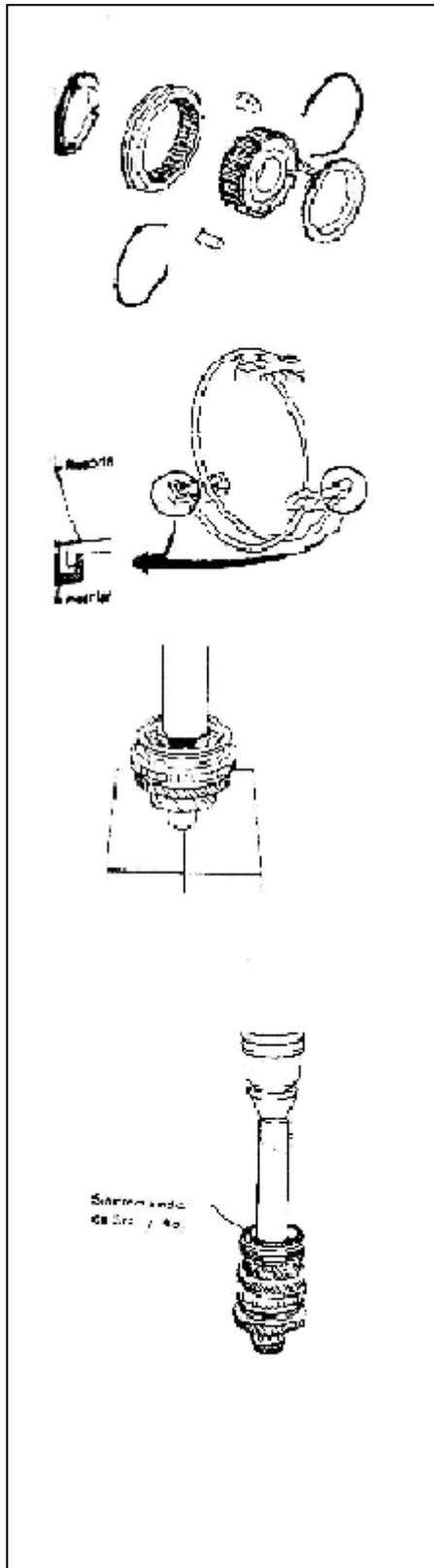
Normal: 1.0 – 1.35 mm.

Límite de desgaste: 0.7mm

#### Cojinetes

- Asegúrese de que los cojinetes giran libremente y de que no están agrietados, picados, desgastados ni hacen ruidos.

- Cuando reemplace el cojinete de rodillos cónicos, reemplace las pistas interna y externa como juego.



### Armado

1. Arme los sincronizadores de 1ª. Y 2ª. Y de 3ª. Y 4ª.

- Tenga cuidado de no enganchar los extremos delantero y trasero del resorte expansor al mismo inserto.

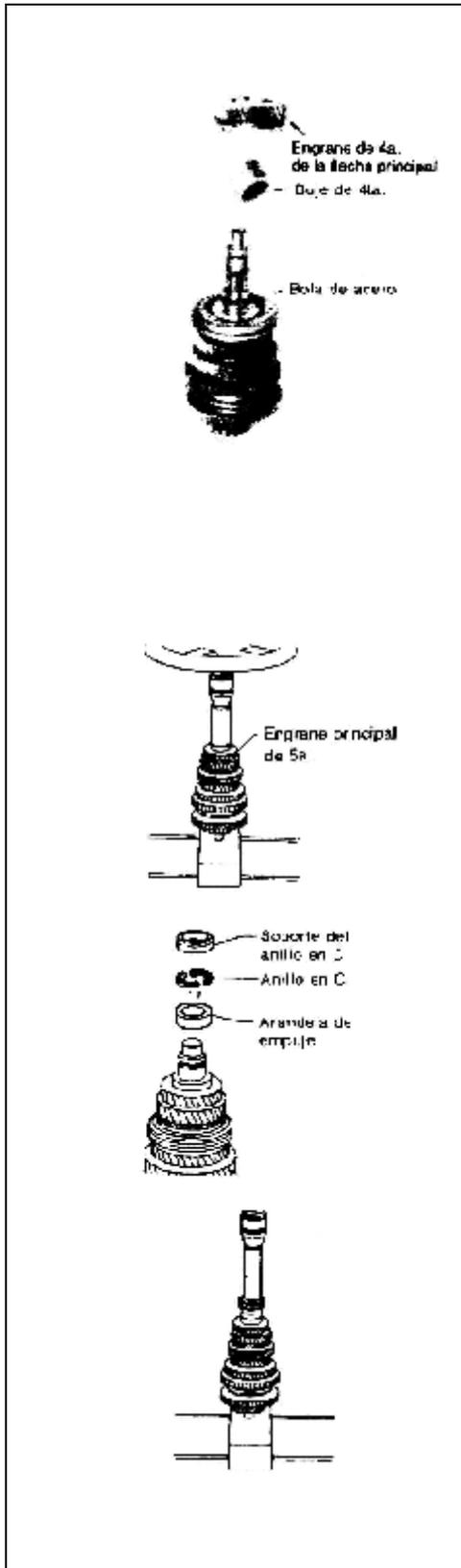
2. Instale el cojinete de agujas del engranaje de 1ª. Y el engranaje de 1ª.de la flecha principal.

3. Instale el sincronizador de 1ª.y 2ª. Con una prensa.

Instale la bola de acero, engranaje de 2ª.de la flecha principal, buje de 2ª.y 3ª., engranaje de 3ª.de la flecha principal y sincronizador de 3ª.y 4ª.

- Aplique grasa multiuso a la bola de acero antes de instalarla.

- El buje de 2ª.y 3ª.tiene una ranura en la que se ajusta la bola de acero.



5. Instale la bola de acero, buje de 4<sup>a</sup>.y engrane de 4<sup>a</sup>.de la flecha principal.

- Aplique grasa multiuso a la bola de acero antes de instalarla.
- El buje de 4<sup>a</sup>. Tiene una ranura en la que ajusta la bola de acero.

6. Instale el engrane de 5<sup>a</sup>.de la flecha principal usando una prensa.

7. Instale la arandela de empuje.

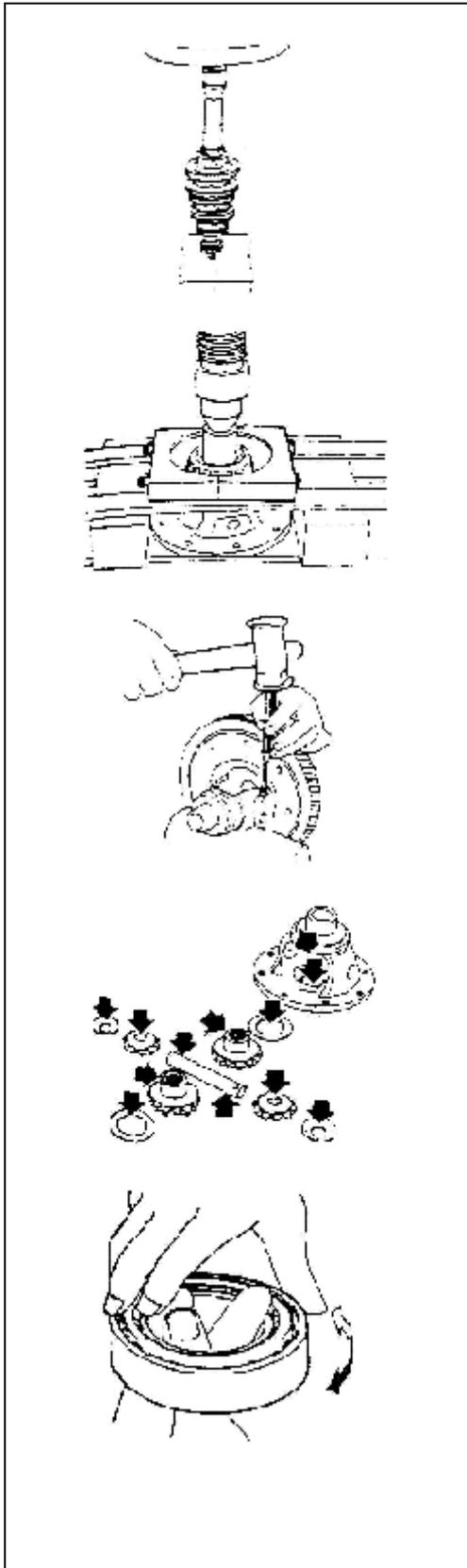
8. Seleccione el anillo en C adecuado para reducir al mínimo la holgura de la ranura en la flecha principal. Instale el anillo en C.

Holgura permitida de la ranura:

0 - 0.1 mm

9. Instale el soporte del anillo en C.

10. Instale el cojinete trasero de la flecha principal usando una prensa.



11. Instale el cojinete delantero de la flecha principal usando una prensa.
12. Mida el juego longitudinal del engrane.

### **Engranaje final**

#### *Desarmado*

1. Desmonte el engrane corona del diferencial.
2. Desmonte el engrane impulsor del engrane del velocímetro cortándolo.
3. Desmonte los cojinetes laterales del diferencial usando una prensa.
  - Tenga cuidado de no mezclar los cojinetes del lado izquierdo y derecho.
4. Extraiga el pasador de retención y saque la flecha del piñón del diferencial.
5. Desmonte los engranes laterales y de acoplamiento del diferencial.

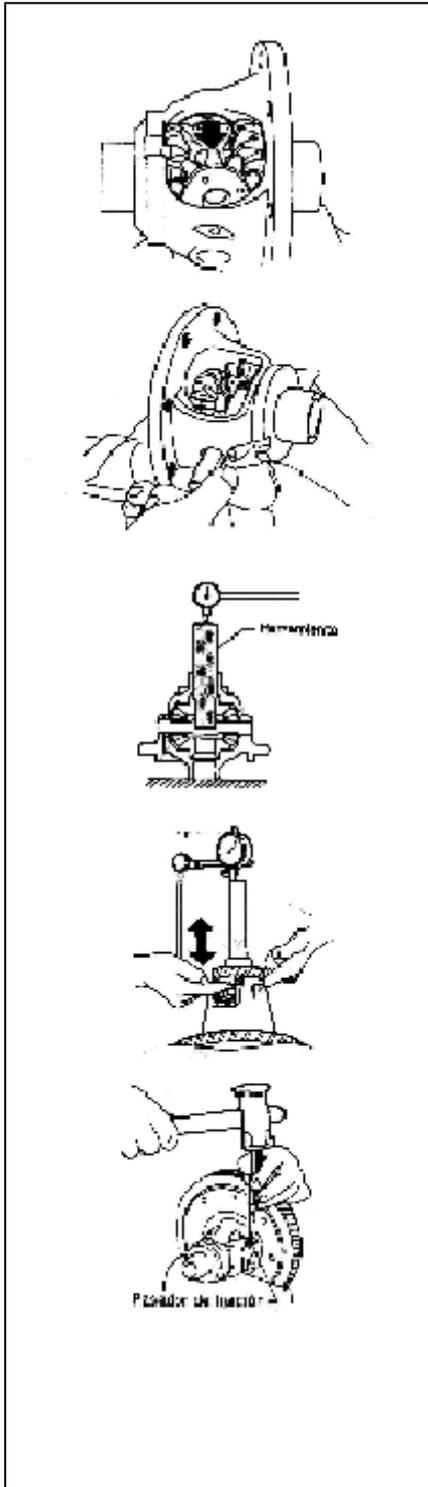
### **Inspección**

#### **Engranes, arandela y caja del diferencial.**

- Compruebe las superficies de acoplamiento de la caja del diferencial, engranes laterales y de acoplamiento.
- Compruebe si las arandelas están desgastadas.

### **Cojinetes**

- Asegúrese de que los cojinetes giran libremente y de que no están agrietados, desgastados ni hacen ruidos.
- Cuando reemplace el cojinete de anillos rodillos cónicos, reemplace las pistas interna y externa como juego.



### Armado

1. Instale las arandelas de empuje de los engranes laterales y luego los engranes laterales. Instale las arandelas de ajuste de los piñones diferenciales en sus alojamientos.

2. Inserte la flecha del piñón del diferencial.

- Cuando la inserte, tenga cuidado de no dañar las arandelas de empuje.

3. Mida el claro entre el engranaje lateral y la caja del diferencial con la arandela instalada.

a. Instale la herramienta y el indicador de carátula sobre el engrane lateral.

b. Mueva el engrane lateral arriba y abajo para medir la inclinación de la aguja del indicador. Mida siempre la inclinación del indicador en ambos engranes laterales.

Holgura entre el engrane lateral y caja del diferencial con arandelas:

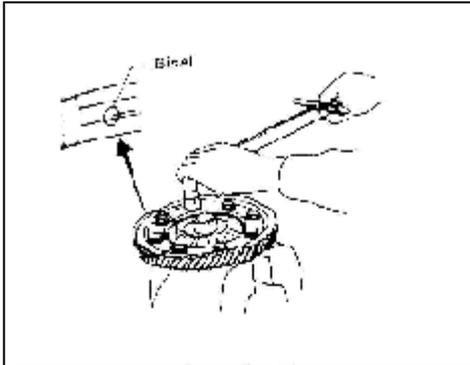
0.2 mm

c. Si no cumple las especificaciones, ajuste la holgura cambiando el grosor de las arandelas de empuje del engrane lateral.

4. Instale el pasador de retención.

- Asegúrese de que el pasador de retención está al ras con la caja del diferencial.



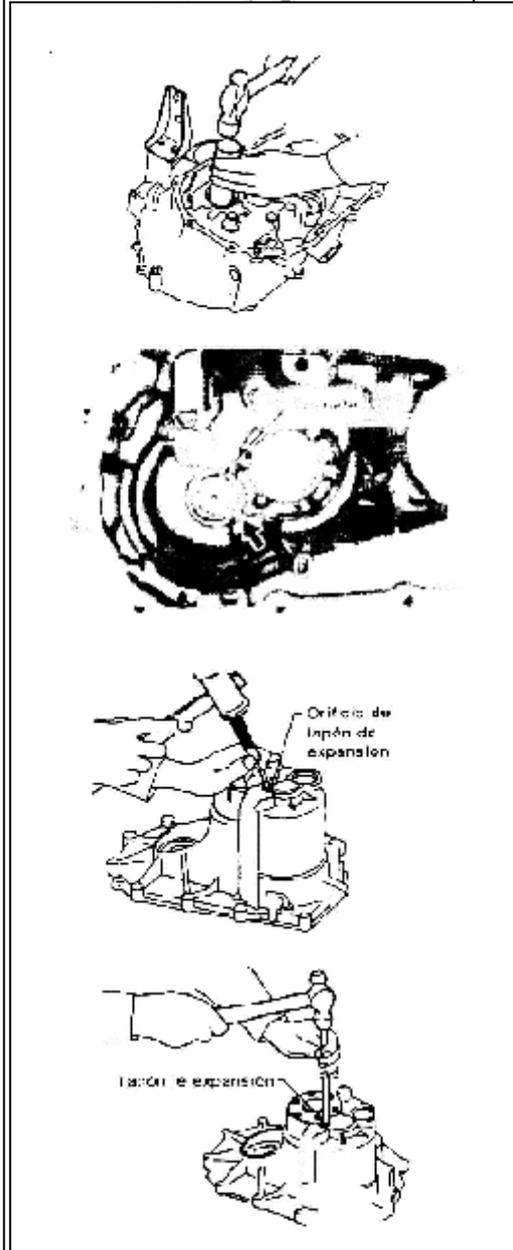


5. Instale el engrane corona del diferencial.

- Aplique selladores a los tornillos de fijación del engranaje final antes de instalarlos.

6. Instale el engrane impulsor del velocímetro y el tope.

7. Instale los cojinetes laterales del diferencial usando una prensa.



### Componentes del control de cambio de velocidades.

#### Inspección

- Compruebe si las superficies de contacto y de deslizamiento están desgastadas, rayadas o tienen otros defectos.

### Componentes de la caja

#### Sello de aceite de la flecha impulsora.

1. Quite el sello de aceite de la flecha impulsora.

2. Instale el sello de aceite de la flecha impulsora.

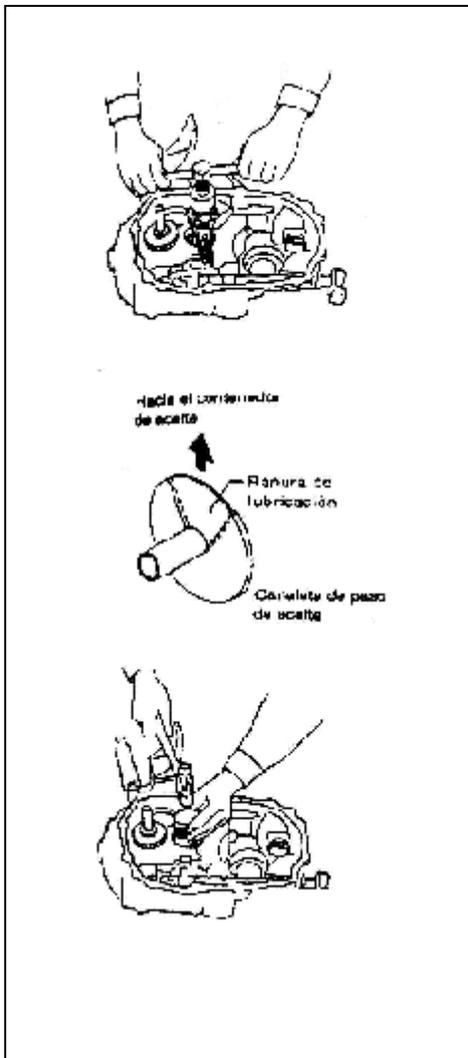
- Aplique grasa multiuso al labio del sello de aceite antes de instalarla.

### Cojinete trasero de la flecha impulsora

1. Quite el tapón de expansión de la caja de cambios.

2. Quite el cojinete trasero de la flecha impulsora golpeándolo desde el orificio del tapón de expansión

3. Instale el tapón de expansión.



- Aplique sellador recomendado a la superficie de acoplamiento con la caja del transeje.

4. Instale el cojinete trasero de la flecha impulsora

**Pista externa del cojinete delantero de la flecha principal y conducto de aceite.**

1. Desmonte la pista externa del cojinete delantero de la flecha principal.
2. Quite la canaleta de aceite.
  
3. Instale la canaleta de aceite.
  - Asegúrese de que la ranura de lubricación de la canaleta de paso de aceite este siempre apuntando hacia el contenedor de aceite cuando esta sea instalada en la cubierta del embrague.
  
4. Instale la pista externa del cojinete delantero de la flecha principal.

**5.4.- Cálculos de las relaciones de transmisión.-** Tomando en cuenta el número de dientes de cada engrane que se acopla para tal o cual marcha tenemos a continuación el cálculo de las relaciones de transmisión.

Ver ANEXO 1 (Foto de engranes)

■ Primera velocidad:

Engrane impulsor de 1<sup>a</sup>.:  $Z_1 = 16$

Engrane principal de 1<sup>a</sup>.:  $Z_2 = 49$

$$i = \frac{Z_2}{Z_1}$$
$$i = \frac{49}{16}$$
$$i = 3.063$$

■ Segunda velocidad:

Engrane impulsor de 2<sup>a</sup>.:  $Z_3 = 23$

Engrane principal de 2<sup>a</sup>. :  $Z_4 = 42$

$$i = \frac{Z_4}{Z_3}$$
$$i = \frac{42}{23}$$
$$i = 1.826$$

■ Tercera velocidad:

Engrane impulsor de 3<sup>a</sup>.:  $Z_5 = 29$

Engrane principal de 3<sup>a</sup>.:  $Z_6 = 35$

$$i = \frac{Z_6}{Z_5}$$

$$i = \frac{35}{29}$$

$$i = 1.207$$

■ Cuarta velocidad:

Engrane impulsor de 4ª.:  $Z_7 = 41$

Engrane principal de 4ª.:  $Z_8 = 37$

$$i = \frac{Z_8}{Z_7}$$

$$i = \frac{37}{41}$$

$$i = 0.902$$

■ Quinta velocidad:

Engrane impulsor de 5ª.:  $Z_9 = 42$

Engrane principal de 5ª.:  $Z_{10} = 34$

$$i = \frac{Z_{10}}{Z_9}$$

$$i = \frac{34}{42}$$

$$i = 0.81$$

■ Reversa:

Engrane impulsor de reversa:  $Z_{11} = 12$

Engrane loco de reversa:  $Z_{12} = 30$

Engrane principal de reversa:  $Z_{13} = 41$

$$i = \frac{Z_{12}}{Z_{11}}$$

$$i = \frac{Z_{13}}{Z_{12}}$$

$$i = \frac{Z_{12} \times Z_{13}}{Z_{11} \times Z_{12}}$$

$$i = \frac{Z_{13}}{Z_{11}}$$

$$i = \frac{41}{12}$$

$$i = 3.417$$

■ Engrane Final

Engrane impulsor de reversa:  $Z_{14} = 17$

Engrane principal de reversa:  $Z_{15} = 76$

$$i = \frac{Z_{15}}{Z_{14}}$$

$$i = \frac{76}{17}$$

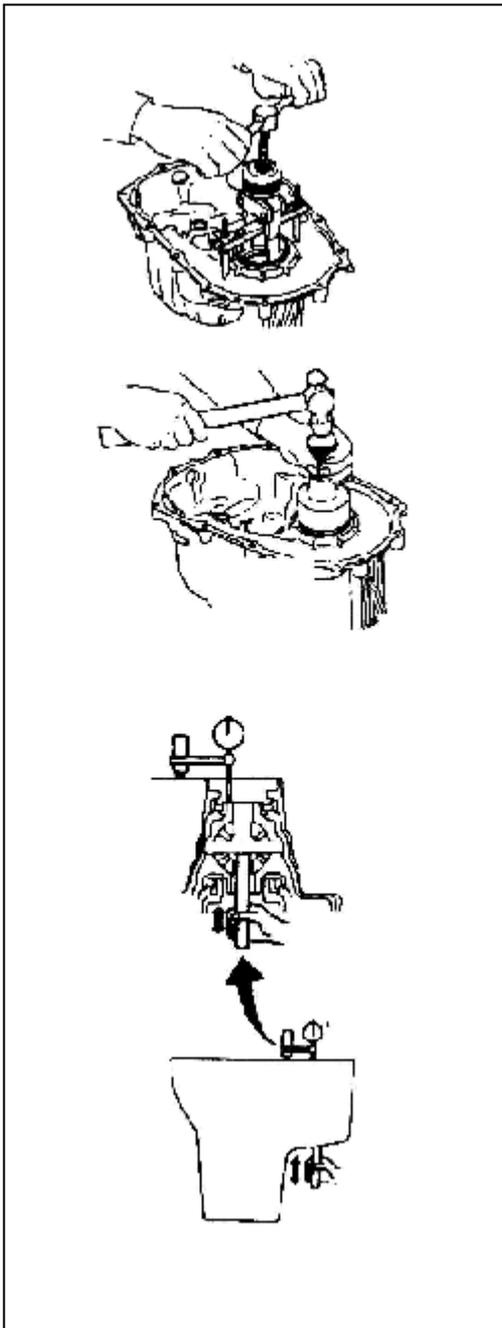
$$i = 4.471$$

## 5.5.- Ajustes.-

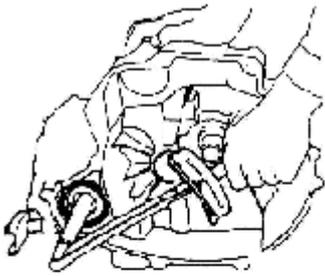
### Precarga del cojinete lateral del diferencial

Si se reemplaza alguna de las siguientes piezas, ajuste la precarga del cojinete lateral del diferencial.

- Caja del diferencial:
- Cojinete lateral del diferencial.
- Cubierta del embrague.
- Transeje:



1. Desmonte la pista externa del cojinete lateral del diferencial ( lado de la caja del transeje) y la lana de ajuste
2. Vuelva a instalar la pista externa del cojinete lateral del diferencial sin la lana.
3. Instale el engranaje final sobre la cubierta del embrague.
4. Instale la caja del transeje en la cubierta del embrague.
- Apriete los tornillos al mismo par de apriete siguiendo una secuencia entrecruzada.
5. Instale el indicador de carátula en el extremo delantero de la caja del diferencial.
6. Inserte la herramienta hasta el fondo dentro del engrane lateral del diferencial.
7. Mueva la herramienta arriba y abajo y mida la desviación del indicador.
8. Seleccione la lana considerando la precarga del cojinete.
9. Instale la lana seleccionada y la pista externa del cojinete lateral del diferencial.

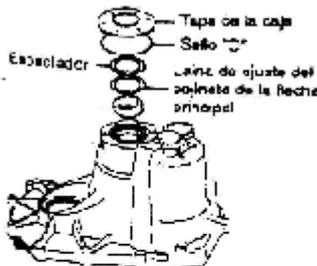


10. Compruebe el par de giro del cojinete lateral del diferencial.

- a. Instale el engranaje final sobre la caja del embrague
- b. Instale la caja del transeje en la cubierta del embrague.
  - Apriete los tornillos de fijación del transeje al par especificado y siguiendo una secuencia entrecruzada.
- c. Mida el par de giro del engranaje final.
  - Cuando vuelva a utilizar el cojinete viejo, el par de giro será ligeramente más bajo que el indicado.
  - Asegúrese de que el par de giro esté dentro del valor especificado.
  - Los cambios del par de giro del engranaje final por revolución deben ser inferiores a 1.0 Nm sin notar obstrucciones.

Precarga del cojinete de la flecha principal.

Si se reemplaza alguna de las piezas siguientes, ajuste la precarga del cojinete de la flecha principal.



- Flecha principal.
- Cojinetes de la flecha principal.
- Cubierta del embrague.
- Caja del transeje.



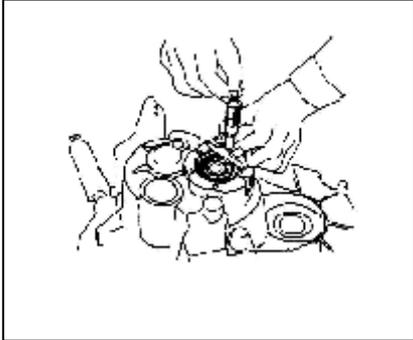
1. Quite la tapa del cárter, sello O, espaciador, laina de ajuste del cojinete de la flecha principal y la pista externa del cojinete trasero de la flecha principal desde la caja del transeje.

2. Instale la flecha principal en la cubierta del embrague.

3. Instale la caja del transeje en la cubierta del embrague.

- Apriete los tornillos de fijación del transeje al par especificado y siguiendo una secuencia entrecruzada

4. Vuelva a instalar la pista externa del cojinete trasero de la flecha principal sobre la pista interna.



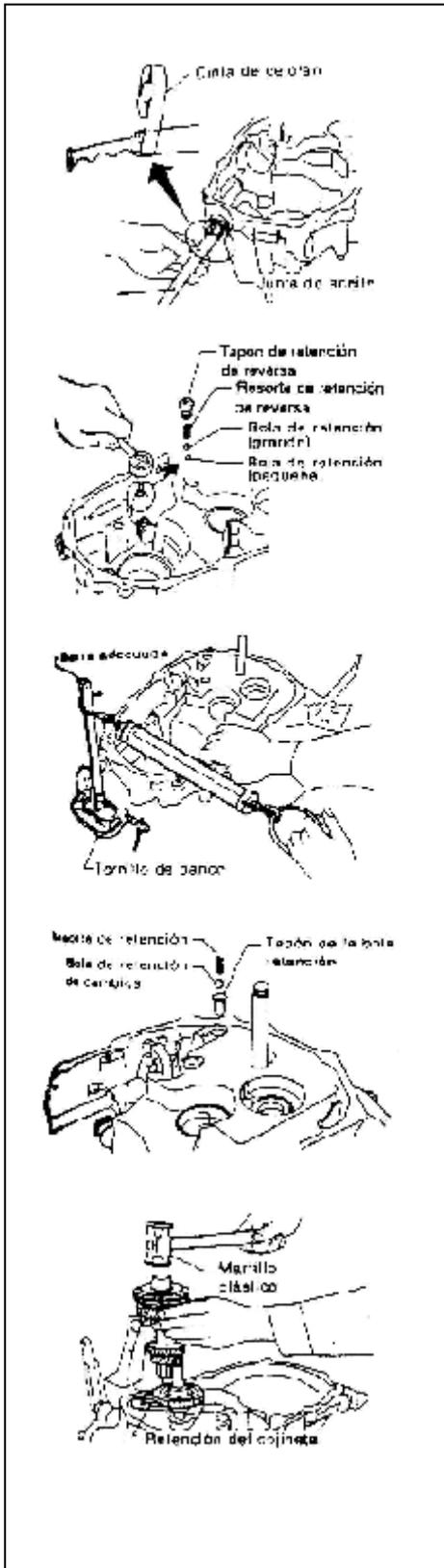
Mida la distancia entre la caja del transeje y la pista externa del cojinete.

- Asegúrese de que el cojinete asiente correctamente.

Seleccione la lina de ajuste usando como guía la tabla de datos y especificaciones de servicio.

Compruebe el par de giro total después del armado.

## 5.6.- Ensamble.-



Instale la barra de cambios, leva y mecanismo de fijación.

- Cuando inserte la barra de cambios en la caja del embrague, cubra los bordes de la barra con cinta para evitar dañar el labio del sello de aceite en caso de golpear contra esta.

Instale el manguito de retención de reversa.

3. Instale las bolas de retención, resorte de retención de reversa, y tapón de retención.

4. Compruebe la fuerza de retención de reversa.

- Si no cumple las especificaciones, seleccione otro tapón de retención con una longitud diferente y vuelva instalarlo.

5. Instale el tapón de retención de reversa que se ha seleccionado.

- Aplique sellador a la rosca del tapón antes de instalarlo.

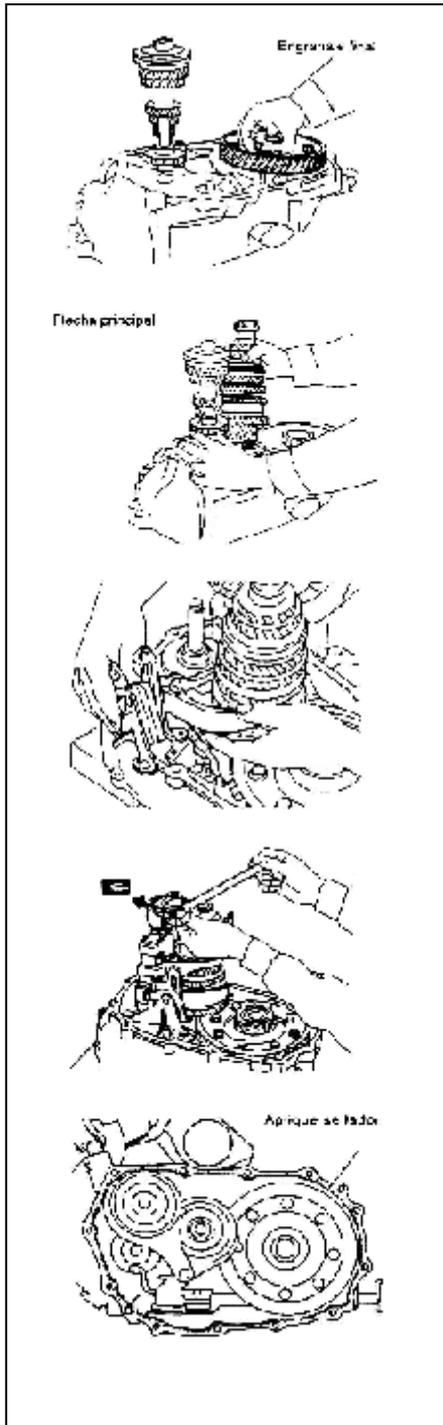
6. Instale el tapón de la bola de retención, bola de retención de cambios y resorte de retención.

7. Instale el contenedor de aceite.

8. Instale los componentes del engrane en la cubierta del embrague.

a. Instale la flecha impulsora y el engrane loco de reversa.

- Tenga cuidado de no dañar el labio del sello de aceite con las estrías de la flecha impulsora mientras se esta insertando la misma en la cubierta de embrague.



b. Instale el engrane final.

c. Instale la flecha principal.

- Tenga cuidado de no dañar la canaleta de aceite al insertar la flecha principal en la cubierta de embrague.

9. Aplique grasa a los casquillos de cambio, luego instale el soporte de control. Instale el soporte de control con la horquilla de 1ª y 2ª .

10. Instale las horquillas de cambio de 3ª y 4ª y 5ª .

11. Inserte la horquilla de cambios.

- Aplique grasa multiuso al resorte del soporte antes de instalarlo

12. Instale el espaciador del engrane loco de reversa.

13. Aplique el sellador recomendado a la superficie de acoplamiento de la cubierta del embrague.



14. Instale la caja del transeje en la cubierta del embrague.

15. Mida la fuerza de fricción rotativa.

- Cuando se usan los cojinetes usados, la fuerza de fricción rotativa puede ser inferior a la especificada.
- Compruebe la fuerza de fricción rotativa y vea que este dentro de las especificaciones.

## 5.7.- Datos y Especificaciones de Servicio D. E. S.-

### Transeje

Modelo		RS5F31A.	
No. de velocidades		5	
Tipo de sincronización		Warner	
Patrón de cambio de velocidades			
Relación de engranes		1a.	3.063
		2a.	1.826
		3a.	1.207
		4a.	0.902
		5a.	0.733
		Rev.	3.417
Número de dientes	Engrane de la flecha impulsora	1a.	16
		2a.	23
		3a.	29
		4a.	41
		5a.	42
	Engrane de la flecha principal	1a.	49
		2a.	42
		3a.	35
		4a.	37
		5a.	34
Rev.	41		
Engrane loco de reversa		30	
Relación de engranes del velocímetro (Engrane/piñón)		41/36	
Capacidad de aceite litros		2.7	

### Engranaje del diferencial

		RS5F31A
Relación final		4.471
Número de dientes	Engranaje corona del diferencial/piñón	76/17
	Engrane lateral/piñón diferencial	14/10

### INSPECCION Y AJUSTE JUEGO LONGITUDINAL (AXIAL) DE ENGRANES

Unidad: mm (pulg)

Modelo		RS5F31A
Posición		
Engrane de 1a. de la flecha principal	0.18 - 0.31 (0.0071 - 0.0122)	
Engranes de 2a. a 4a. de la flecha principal	0.20 - 0.40 (0.0079 - 0.0157)	
Engrane de 5a. de la flecha impulsora	0.18 - 0.41 (0.0071 - 0.0161)	

### HOLGURA ENTRE EL ANILLO SINCRONIZADOR Y EL ENGRANE

Unidad: mm (pulg)

Todos los modelos	
Estándar	1.0 - 1.35 (0.039 - 0.0531)
Límite de desgaste	0.7 (0.028)

**SEGURO EN "C"  
DE LA FLECHA PRINCIPAL  
Modelo RS5F31A**

Unidad: mm (pulg)

No. de parte	Espesor	No. de parte	Espesor
32348 M8800	3.67 (0.1445)	32348 M8807	4.18 (0.1638)
M8801	3.74 (0.1472)	M8808	4.23 (0.1665)
M8802	3.81 (0.1500)	M8809	4.30 (0.1693)
M8803	3.88 (0.1528)	M8810	4.37 (0.1720)
M8804	3.95 (0.1556)	M8811	4.44 (0.1748)
M8805	4.02 (0.1583)	M8812	4.51 (0.1776)
M8806	4.09 (0.1610)		

**SEGUROS CIRCULARES DISPONIBLES  
Seguro circular para el cojinete delantero  
de la flecha impulsora**

Unidad: mm (pulg)

No. de parte	Espesor
32204 M 8004	1.27 (0.0500)
M 8005	1.33 (0.0524)
M 8006	1.39 (0.0547)
M 8007	1.45 (0.0571)

**Seguro circular para el sincronizador de 5a.  
de la flecha impulsora**

Unidad: mm (pulg)

No. de parte	Espesor
32311 M8812	2.00 (0.0787)
M8813	2.05 (0.0807)
M8814	2.10 (0.0827)
M8815	2.15 (0.0846)
M8816	2.20 (0.0866)
M8817	2.25 (0.0886)
M8818	2.30 (0.0906)

**PAR DE GIRO DE FIJACION DE LA REVERSA  
(En la barra de cambios)**

Unidad: kg-cm (lb-pulg)

RS5F31A
50 - 75 (43 - 65)

**TAPON DE FIJACION DE REVERSA**

Unidad: mm (pulg)

No. de parte	Espesor
32188 M8001*	8.3 (0.327)
32188 M8002	7.1 (0.280)
32188 M8003	7.7 (0.303)
32188 M8004	8.9 (0.350)

\* Tapón de fijación estándar

**FUERZA DE FRICCION ROTATIVA**

Unidad: kg - cm (lb - pulg)

Diferencial solamente	40 - 83 (43 - 65)
Total	60 - 140 (65 - 95)

**HOLGURA ENTRE EL ENGRANAJE LATERAL  
Y EL PIÑON DIFERENCIAL**

Límite permisible	0 - 0.3 mm (0 - 0.012 pulg)
-------------------	-----------------------------

**LAINAS DE AJUSTE DISPONIBLES**

**Laina de ajuste del cojinete  
de la flecha principal**

Unidad: mm (pulg)

No. de parte	Espesor	No. de parte	Espesor
32137 M8000	0.10 (0.0039)	32127 M8010	0.80 (0.0236)
M8001	0.15 (0.0059)	M8011	0.85 (0.0256)
M8002	0.20 (0.0079)	M8012	0.70 (0.0276)
M8003	0.25 (0.0098)	M8013	0.75 (0.0295)
M8004	0.30 (0.0118)	M8014	0.80 (0.0315)
M8005	0.35 (0.0138)	M8015	0.85 (0.0335)
M8006	0.40 (0.0157)	M8016	0.90 (0.0354)
M8007	0.45 (0.0177)	M8017	0.95 (0.0374)
M8008	0.50 (0.0197)	M8018	1.00 (0.0394)
M8009	0.55 (0.0217)		

**Lista de ajuste del cojinete lateral del diferencial**

Unidad: mm (pulg)

No. de parte	Espesor	No. de parte	Espesor
M8000	0.44 (0.0173)	38454 M8008	0.76 (0.0299)
M8001	0.48 (0.0189)	M8009	0.80 (0.0315)
M8002	0.56 (0.0220)	M8010	0.84 (0.0331)
M8003	0.60 (0.0236)	M8011	0.88 (0.0346)
M8005	0.64 (0.0252)		
M8006	0.68 (0.0268)		
M8007	0.72 (0.0283)		

**Arandelas de ajuste del engrane lateral de la caja diferencial**

Unidad: mm (pulg)

No. de parte	Espesor
38424 01M00	0.75 - 0.81 (0.0299 - 0.0319)
01M01	0.81 - 0.86 (0.0319 - 0.0339)
01M02	0.86 - 0.91 (0.0339 - 0.0358)
01M03	0.91 - 0.96 (0.0358 - 0.0378)

**Lista para la selección de lana para ajuste del cojinete lateral del diferencial**

Diámetro de la aguja del calibrador	Espesor de la lana de ajuste adecuada	Lana (s) de ajuste adecuada (s)
0.30 - 0.34 (0.0118 - 0.0134)	0.60 (0.0236)	0.60 (0.0236)
0.34 - 0.38 (0.0134 - 0.0150)	0.64 (0.0252)	0.64 (0.0252)
0.38 - 0.42 (0.0150 - 0.0165)	0.68 (0.0268)	0.68 (0.0268)
0.42 - 0.46 (0.0165 - 0.0181)	0.72 (0.0283)	0.72 (0.0283)
0.46 - 0.50 (0.0181 - 0.0197)	0.76 (0.0299)	0.76 (0.0299)
0.50 - 0.54 (0.0197 - 0.0213)	0.80 (0.0315)	0.80 (0.0315)
0.54 - 0.58 (0.0213 - 0.0228)	0.84 (0.0331)	0.84 (0.0331)
0.58 - 0.62 (0.0228 - 0.0244)	0.88 (0.0346)	0.88 (0.0346)
0.62 - 0.66 (0.0244 - 0.0260)	0.92 (0.0362)	0.44 (0.0173) + 0.48 (0.0189)
0.66 - 0.70 (0.0260 - 0.0276)	0.96 (0.0378)	0.48 (0.0189) + 0.48 (0.0189)
0.70 - 0.74 (0.0276 - 0.0291)	1.00 (0.0394)	0.44 (0.0173) + 0.56 (0.0220)
0.74 - 0.78 (0.0291 - 0.0307)	1.04 (0.0409)	0.44 (0.0173) + 0.60 (0.0236)
0.78 - 0.82 (0.0307 - 0.0323)	1.08 (0.0425)	0.44 (0.0173) + 0.64 (0.0252)
0.82 - 0.86 (0.0323 - 0.0339)	1.12 (0.0441)	0.44 (0.0173) + 0.68 (0.0268)
0.86 - 0.90 (0.0339 - 0.0354)	1.16 (0.0457)	0.44 (0.0173) + 0.72 (0.0283)
0.90 - 0.94 (0.0354 - 0.0370)	1.20 (0.0472)	0.44 (0.0173) + 0.76 (0.0299)
0.94 - 0.98 (0.0370 - 0.0386)	1.24 (0.0488)	0.44 (0.0173) + 0.80 (0.0315)
0.98 - 1.02 (0.0386 - 0.0402)	1.28 (0.0504)	0.44 (0.0173) + 0.84 (0.0331)
1.02 - 1.06 (0.0402 - 0.0417)	1.32 (0.0520)	0.44 (0.0173) + 0.88 (0.0346)
1.06 - 1.10 (0.0417 - 0.0433)	1.36 (0.0535)	0.88 (0.0346) + 0.48 (0.0189)
1.10 - 1.14 (0.0433 - 0.0449)	1.40 (0.0551)	0.68 (0.0268) + 0.72 (0.0283)
1.14 - 1.18 (0.0449 - 0.0465)	1.44 (0.0567)	0.88 (0.0346) + 0.56 (0.0220)
1.18 - 1.22 (0.0465 - 0.0480)	1.48 (0.0583)	0.88 (0.0346) + 0.60 (0.0236)
1.22 - 1.26 (0.0480 - 0.0496)	1.52 (0.0598)	0.88 (0.0346) + 0.64 (0.0252)
1.26 - 1.30 (0.0496 - 0.0512)	1.56 (0.0614)	0.88 (0.0346) + 0.68 (0.0268)
1.30 - 1.34 (0.0512 - 0.0528)	1.60 (0.0630)	0.88 (0.0346) + 0.72 (0.0283)
1.34 - 1.38 (0.0528 - 0.0543)	1.64 (0.0646)	0.88 (0.0346) + 0.76 (0.0299)
1.38 - 1.42 (0.0543 - 0.0559)	1.68 (0.0661)	0.88 (0.0346) + 0.80 (0.0315)
1.42 - 1.46 (0.0559 - 0.0575)	1.72 (0.0677)	0.88 (0.0346) + 0.84 (0.0331)
1.46 - 1.50 (0.0575 - 0.0591)	1.76 (0.0693)	0.88 (0.0346) + 0.88 (0.0346)

**LISTA PARA LA SELECCION DE LAINA DE  
LISTE DEL COJINETE DE LA FLECHA  
MCPAL**

Dimensión medida	Laina disponible
16-240 (0.0925 - 0.0945)	0.10 (0.0038)
16-245 (0.0945 - 0.0965)	0.15 (0.0059)
16-250 (0.0965 - 0.0984)	0.20 (0.0079)
16-255 (0.0984 - 0.1004)	0.25 (0.0098)
16-260 (0.1004 - 0.1024)	0.30 (0.0118)
16-265 (0.1024 - 0.1043)	0.35 (0.0138)
16-270 (0.1043 - 0.1063)	0.40 (0.0157)
17-275 (0.1063 - 0.1083)	0.45 (0.0177)
17-280 (0.1083 - 0.1102)	0.50 (0.0197)
18-285 (0.1102 - 0.1122)	0.55 (0.0217)
18-290 (0.1122 - 0.1142)	0.60 (0.0236)
18-295 (0.1142 - 0.1161)	0.65 (0.0256)
18-300 (0.1161 - 0.1181)	0.70 (0.0276)
18-305 (0.1181 - 0.1201)	0.75 (0.0295)
18-310 (0.1201 - 0.1220)	0.80 (0.0315)
19-315 (0.1220 - 0.1240)	0.85 (0.0335)
19-320 (0.1240 - 0.1260)	0.90 (0.0354)
19-325 (0.1260 - 0.1280)	0.95 (0.0374)
19-330 (0.1280 - 0.1299)	1.00 (0.0394)

## CAPITULO VI

### USO DEL BANCO DE PRUEBAS

El banco de pruebas, ha sido diseñado para soportar el sistema de la transmisión, junto con su accionamiento. Se ha creído conveniente incluir una mesa de trabajo para que el estudiante pueda en el mismo sitio realizar la practica de desmontaje, armado y desarmado de la unidad; es por eso que se puede observar en la mesa de trabajo un orificio destinado específicamente para que el perno de sujeción de la polea que acciona la caja no se abolle el momento que se este desarmando o armando la transmisión.

El banco de pruebas consta de los siguientes elementos:

- Transmisión del estudio,
- Motor eléctrico,
- Poleas de transmisión,
- Correas de transmisión,
- Mesa de trabajo y
- El bastidor.

**Transmisión del estudio.-** Como es de conocimiento la transmisión en estudio es una caja de cambios de 5 marchas adelante y una reversa para los vehículos NISSAN modelo B 13 de tracción delantero. En dicha caja de cambios hemos realizado 2 cortes en las corazas de la misma para poder observar el funcionamiento de los órganos de la transmisión.

**Motor eléctrico.-** El motor eléctrico que sirve para accionar la caja de cambios, es un motor de ½ HP de 110 v. y con 1725 RPM.

**Poleas de transmisión.-** Dado que el número de RPM de salida del motor ( 1725) eran demasiado elevadas para accionar la transmisión, poniendo en practica los conocimientos de las relaciones de transmisión se opto por utilizar un sistema de poleas para disminuir la velocidad de entrada al eje de la caja y aumentar la potencia, ya que la velocidad y la potencia son inversamente proporcionales. Es así que se utilizaron las siguientes poleas:

salida de el motor polea de 2 pulgadas:  $n_1$

polea número 1 de eje secundario 15 pulgadas:  $n_2$

polea número 2 de eje secundario 3 pulgadas:  $n_3$

polea de entrada a la caja de cambios 7 pulgadas:  $n_4$

Obteniendo así la siguiente desmultiplicación de velocidad:

$$\begin{aligned} \frac{n_1}{n_2} &= \frac{D_2}{D_1} & \frac{n_3}{n_4} &= \frac{D_4}{D_3} \\ n_2 &= \frac{n_1 \times D_1}{D_2} & n_3 &= \frac{n_4 \times D_4}{D_3} \end{aligned}$$

$$n_2 = n_3$$

$$\frac{n_1 \times D_1}{D_2} = \frac{n_4 \times D_4}{D_3}$$

$$n_4 = \frac{n_1 \times D_1 \times D_3}{D_2 \times D_4}$$

$$n_4 = \frac{1725RPM \times 2p\lg. \times 3p\lg.}{15p\lg. \times 7p\lg.}$$

$$n_4 = 98RPM$$

**Correas de transmisión.-** las correas o bandas de transmisión que han sido utilizadas son las de tipo v ya que son las de mejor adherencia y de fácil adquisición.

**Mesa de trabajo.-** La mesa de trabajo esta forrada de un material sintético de fácil limpieza lo cual permite tener un lugar adecuado para realizar las practicas. El tablero consta de un orificio, el cual es destinado para el ingreso del perno de sujeción de la polea para una mejor maniobrabilidad.

**El bastidor.-** El bastidor es la parte esencial del banco de pruebas ya que es el elemento que sujeta a todos los componentes.

## CONCLUSIONES

- Después de haber elaborado el trabajo práctico de este proyecto el estudiante esta en la capacidad de hacer un mantenimiento preventivo y correctivo de este tipo de unidades.
- El estudiante con un poco de razonamiento y de criterio puede revisar otro tipo de cajas de similar funcionamiento, ya que los principios y características varían muy poco de modelo a modelo y de marca a marca.
- Con este tipo de transmisiones, los vehículos modernos son más compactos, ya que el espacio que ocupa esta unidad es muy reducido.
- La utilización de este tipo de cajas de cambios hace que el vehículo tenga una mejor relación peso potencia a razón de lo pequeñas y livianas que son estas transmisiones.
- El uso de lubricantes no recomendados hace que los rodamientos, sincronizados y engranes tengan un desgaste prematuro, por eso se debe fijar en las recomendaciones que especifica el fabricante.

## **RECOMENDACIONES**

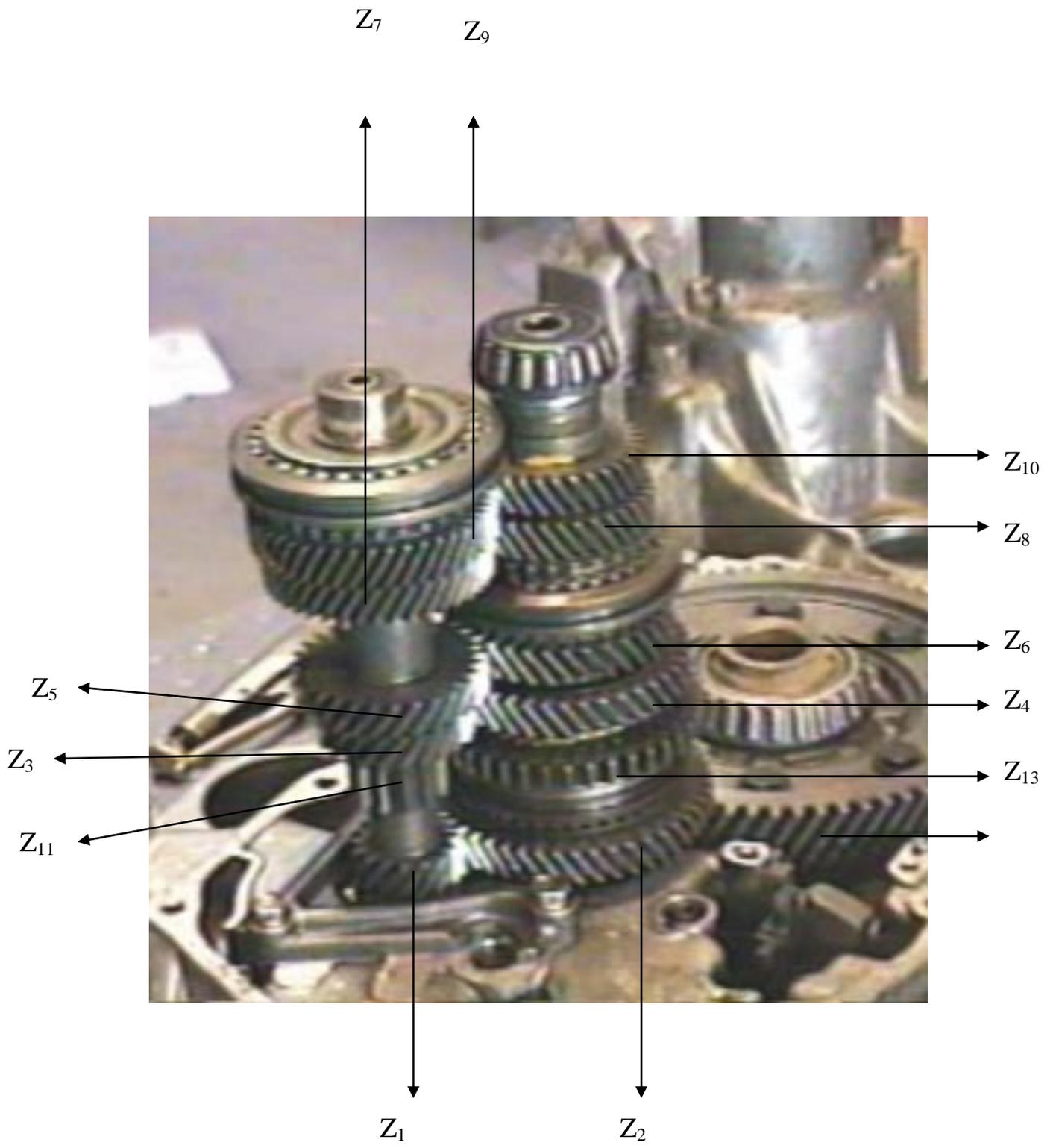
- Para dar servicio a este y otros tipos de cajas el técnico debe contar con los datos y especificaciones de servicio técnicos de la unidad, caso contrario la misma no podrá funcionar de una manera eficiente.
- Muchas de las veces, un mal ajuste en los parámetros del fabricante puede causar serios daños en los órganos internos de la caja de cambios.
- El uso de la herramienta no adecuada puede causar daños en la parte de la transmisión.
- Se debe poner especial atención en no introducir objetos extraños por los visualizadores para evitar que existan desperfectos mecánicos en la unidad.
- La lubricación es importante en la transmisión y se debe tener en cuenta en que por lo menos exista aceite en la parte baja de los engranes, ya que estos se encargaran de bañar al resto de los elementos internos de la unidad.
- Se recomienda revisar en forma periódica o después de cada práctica de los alumnos la tensión de las bandas, así como también la debida lubricación de los cojinetes (chumaceras) de las poleas.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- MARKS. Manual del Ingeniero Mecánico ( tomo 1). México; Mc. Graw Hill, tercera edición en español. 1998
- MARKS. Manual del Ingeniero Mecánico ( tomo 2). México; Mc Graw Hill, tercera edición en español. 1998
- SALVAT. Enciclopedia Salvat de las Ciencias ( tomo 13 Mecánica). Madrid; Salvat S.A. ediciones. 1968
- SALVAT. Enciclopedia Salvat de las Ciencias ( tomo 15 Industria). Madrid; Salvat S.A. ediciones. 1968
- SALVAT. Enciclopedia Salvat de las Ciencias ( tomo 14 Transporte). Madrid; Salvat S.A. ediciones. 1968
- GERSCHLER. Tecnología del Automóvil GTZ ( tomo 2). Barcelona; Reverte, edición veinte. 1985
- NISSAN. Manual de Servicio Modelo B 13. México; Nissan S.A. de C.V. 1993
- ARIAS. Paz. Manual de Automóviles. Edición 46
- THOMPSON. W. Temática Automotriz tomo 5.
- KIBBE R. Richard. Manual de Máquinas y Herramientas. México, D.F.; Editorial Limusa, 1987

# **ANEXOS**

## **ANEXO 1**



**Trabajo realizado por:**

---

**Sr. Rodrigo Enrique Naranjo Tricerri**

---

**Ing. Juan Castro**

**Director de la Carrera de Ingeniería Automotriz**

---

**Dr. Washington Yandún**

**Secretario Académico**