



GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA
TRABAJO FIN DE GRADO

***DISEÑO Y CALCULO DE LA
TRANSMISION DE UN VEHICULO DE
TRACCION TRASERA***

Documento nº 5 – PLIEGO DE CONDICIONES

Alumno/Alumna: Zulueta Lopez, Mikel

Director/Directora: Abasolo Bilbao, Mikel

Curso: 2018 - 2019

Fecha: Junio 2019

DOCUMENTO 5: PLIEGO DE CONDICIONES

1	CONDICIONES GENERALES	4
1.1	GENERALIDADES.....	4
1.2	OBJETIVOS	4
1.3	AMBITO DE APLICACIÓN	5
1.4	CONDICIONES GENERALES DE CARÁCTER LEGAL	5
1.5	NORMATIVA DE CARÁCTER GENERAL	5
2	CONDICIONES TECNICAS	7
2.1	GENERALIDADES.....	7
2.2	DESCRIPCION DE LOS COMPONENTES	7
2.2.1	Embrague	7
2.2.2	Caja de cambios	8
2.2.3	Engranajes.....	10
2.2.4	Rodamientos.....	13
2.2.5	Sincronizadores	14
2.2.6	Chavetas.....	15
2.3	CONDICIONES DE EJECUCIÓN	16
2.3.1	Materia prima	16
2.3.2	Dientes	16
2.3.3	Acabado superficial	16
2.3.4	Tolerancias geométricas y dimensionales	17
2.3.5	Tratamientos térmicos y químicos	17
2.3.6	Montaje	17
2.3.7	Engrase y lubricación	18
2.3.8	Comprobación	19
2.3.9	Control de calidad.....	19
2.3.10	Embalaje y transporte.....	19
3	CONDICIONES ECONOMICAS Y ADMINISTRATIVAS	20
3.1	Planificación	20
3.2	Elaboración del proyecto.....	20
3.3	Pago.....	20
3.4	Entrega.....	21
3.5	Garantía	21
3.6	Patentes y licencias.....	22
3.7	Secreto profesional	22

3.8 Anulación del contrato..... 22

1 CONDICIONES GENERALES

1.1 GENERALIDADES

El pliego que se presenta a continuación cumplimentara los requisitos técnicos empleados en el cálculo y diseño de la transmisión. En él se presentan los aspectos básicos necesarios para la realización del proyecto.

Las pruebas de recepción y verificación como el transporte, instalación y fabricación están sujetas al pliego de condiciones, donde se establece la metodología que ha de llevarse a cabo.

Cualquier variación que se quisiera ejecutar sobre el proyecto deberá ser comunicada previamente al director del proyecto. Sin el consentimiento explícito de este no se podrán realizar modificaciones, siendo las consecuencias de estas responsabilidades del fabricante.

El proyecto estera formado por los documentos que se presentan a continuación:

- Documento N°1: Índice general
- Documento N°2: Memoria
- Documento N°3: Anexo de cálculos
- Documento N°4: Planos
- Documento N°5: Pliego de condiciones
- Documento N°6: Presupuesto
- Documento N°7: Estudios de seguridad

1.2 OBJETIVOS

El objetivo de este documento se basa en constituir un conjunto de especificaciones técnicas, criterios, prescripciones y criterios que permitan la correcta interpretación del proyecto en conjunto con los planos. Todas las modificaciones que se realicen se deberán comunicar al director del proyecto y con su consentimiento. Dichas modificaciones acordadas por ambas partes deberán quedar reflejadas por escrito y siendo el fabricante el responsable de las consecuencias del incumplimiento de estos acuerdos.

1.3 AMBITO DE APLICACIÓN

El presente pliego será de aplicación a la fabricación, control, dirección e inspección de la transmisión. Dicha transmisión incluirá el embrague, caja de cambios y árbol de transmisión de un Mercedes Benz C180 elegance (1996) de 5 velocidades y 122 CV.

1.4 CONDICIONES GENERALES DE CARÁCTER LEGAL

La responsabilidad de la ejecución es del constructor, por lo que si esta no es correcta la culpa recaerá sobre este a pesar del que el director haya dado el visto bueno. Todo lo que pueda ocurrir desde el comienzo de la fabricación hasta la entrega es responsabilidad del constructor.

El constructor deberá entregar un informe técnico mensualmente. En dicho informe se presentaran así mismo el grado de ejecución de las medidas correctoras correspondientes como también la efectividad de estas medidas. En caso de que los resultados fuesen negativos se estudiara y presentara una propuesta con las medidas correctoras pertinentes.

1.5 NORMATIVA DE CARÁCTER GENERAL

El proyecto que se presenta se rige por la normativa vigente como la norma UNE, ISO, DIN y ASME. EN caso de encontrarse discrepancias entre dichas normas se aplicara la más restrictiva.

Las omisiones en Planos y Pliego o las descripciones erróneas de detalles del proyecto, que sean manifiestamente indispensables para llevar a cabo el espíritu o la intención expuesto en los Planos y Pliego, o que por uso y costumbre deban ser realizados, no sólo eximen al Contratista de la obligación de ejecutar estos detalles de obra omitidos o erróneamente descritos, sino que por el contrario deberán ser ejecutado como si hubiesen sido completa y correctamente especificados.

Independientemente de la normativa y reglamentos de índole técnica de obligada aplicación, que se expondrán en cada uno de los Pliegos de Condiciones Técnicas Particulares, se verán en todo momento, las siguientes normas y reglamentos de carácter general:

- UNE 15700:2002 (Criterios generales para elaboración de proyectos).
- REAL DECRETO 1435/1992 de 27 de Noviembre, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/392/CEE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas.
- ORDEN de 9 de Marzo de 1971 (Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo)

- REAL DECRETO 1316/1989 de 27 de Octubre, sobre protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo.
- LEY 31/1995 de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (BOE nº 269 de 10 de Noviembre)
- REAL DECRETO 485/1997 de 14 de Abril sobre Señalización de Seguridad en el Trabajo.
- REAL DECRETO 486/1997 de 14 de Abril, sobre Seguridad y Salud en los lugares de trabajo
- REAL DECRETO 487/1997 de 14 de Abril, sobre Manipulación de Cargas
- REAL DECRETO 773/1997 de 30 de Mayo, sobre Utilización de Equipos de Protección Individual.
- REAL DECRETO 1215/1997 de 18 de Julio, sobre Utilización de Equipos.
- Norma UNE-EN 1050:1997. Seguridad de máquinas. Principio para la evaluación de riesgos.
- REAL DECRETO 39/1997 de 17 de Enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención (BOE número 27 de 31 de enero de 1997)
- LEY 54/2003 de 12 de Diciembre, reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- REAL DECRETO 1311/2005 de 4 de Noviembre, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas
- Directiva 2006/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de Mayo de 2006, relativa a las máquinas.
- REAL DECRETO 1644/2008 de 10 de Octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.

2 CONDICIONES TECNICAS

2.1 GENERALIDADES

Todos los elementos y subconjuntos que forman la transmisión deben cumplir las normas que estén especificadas en los planos así como en el resto de documentos que forman el proyecto. Todas las condiciones que se exponen en este documento también son de obligatorio cumplimiento como las expuestas por los fabricantes de los elementos comerciales que formen parte del proyecto. Todos los materiales empleados para los componentes de la transmisión deberán tener un certificado de origen y calidad.

El director del proyecto será el encargado de aprobar los requisitos y normas que deben cumplir los componentes fabricados para el proyecto. Al mismo tiempo esta deberán ser homologados por los oficiales que les corresponda.

Los elementos fabricados como los comerciales que estén instalados en la transmisión deberán ser revisados por la dirección técnica. Las herramientas empleadas en la construcción del proyecto serán supervisadas por el constructor siendo responsabilidad del mismo la sustitución de están en caso de no ser válidas.

El fabricante estará obligado a trasladar a la dirección técnica del proyecto informes periódicos relacionados con todos los ámbitos relacionados con la calidad de la transmisión.

2.2 DESCRIPCION DE LOS COMPONENTES

Todos los elementos que forman parte de la transmisión estarán definidos en este documento, para ello se utilizaran las especificaciones del Documento 4: Planos. Se comprueba la congruencia de cada pieza con las pruebas y controles de calidad que se hacen en el proceso de fabricación y montaje.

A continuación se procede a la descripción de todos los componentes fabricados y los elementos comerciales:

2.2.1 Embrague

El embrague estará formado por un disco que tendrá un diámetro exterior de 215 milímetros y un diámetro interior de 140 milímetros. El estriado que tendrá en el centro tendrá 20 milímetros de diámetro con un dentado de 8 dientes y una longitud de 7 milímetros obtenido mediante la norma DIN 5840. El modulo seleccionado para el mismo será de 2 milímetros y un factor de soporte de 1,15. Este estriado deberá permitir que el disco de embrague, sobre el cual va situado el material de fricción, se desplace cuando el conductor pise el pedal por lo que

deberá llevar un ajuste deslizante. El estriado llevara un ajuste deslizante de H8/h9.

2.2.2 Caja de cambios

2.2.2.1 *Eje primario*

El eje primario tendrá una longitud de 175 milímetros de largo y 20 milímetros de diámetro. Estará compuesto por una única sección fabricada de 34CR4 el cual tiene un límite de fluencia de 100 kg/mm². Sobre este eje se situaran dos rodamientos cónicos. Para lograr el correcto funcionamiento de estos rodamientos el eje tendrá una tolerancia geométrica de concentricidad de 0,03. Al mismo tiempo los rodamientos se colocaran con un ajuste de H7/k6 para que pueda girar sin problemas.

Sobre este ira montado el piñón de la toma constante, el cual esta conectado al eje intermedio, mediante la unión de una chaveta para facilitar el montaje y desmontaje. Para ello en un extremo se encontrara un chavetero. El eje poseerá un acabado superficial de N9 en toda su extensión salvo en las zonas donde se encuentren los rodamientos cónicos y la chaveta, donde habrá un acabado superficial N7.



imagen 1. Eje primario.

2.2.2.2 *Eje intermedio*

El eje intermedio poseerá una longitud de 600 milímetros de largo y 35 milímetros de diámetro. El material del cual estará compuesto será 34CR4 al igual que el eje primario. Este eje tendrá una tolerancia geométrica de concentricidad de 0,03. y los rodamientos se montarán sobre un ajuste de H7/k6.

Las ruedas dentadas que van sobre este eje irán unidas mediante una chaveta, por tanto, sobre este eje se encontrarán 6 chaveteras, para cada engranaje. Salvo el piñón de la marcha atrás y la corona de la toma constante todos los engranajes de este eje estarán directamente conectados con los del eje secundario para lograr así la transmisión de potencia.

Las zonas donde se situarán los rodamientos y las chaveteras habrá un acabado superficial de N7, siendo el acabado en el resto del eje de N9.



imagen 2. Eje intermedio.

2.2.2.3 Eje secundario

El eje intermedio poseerá una longitud de 500 milímetros de largo y 35 milímetros de diámetro. Al igual que el resto de los ejes este estará compuesto de 34CR4 Este eje tendrá una tolerancia geométrica de concentricidad de 0,03 y los rodamientos se montarán sobre un ajuste de H7/k6.

El eje secundario contara con varios estriados sobre los cuales se situarán los sincronizadores. mediante la norma DIN 5840 se ha calculado que los estriados de este eje tendrán una longitud de 55 milímetros, un dentado de 18 dientes y un diámetro de 36 milímetros. Los engranajes que se encuentran sobre este eje irán apoyados sobre unos rodamientos de aguja. Gracias a estos rodamientos estos engranajes pueden girar locos hasta que se acoplen al eje mediante un sincronizador.



imagen 3. Eje secundario.

El objetivo del eje secundario es la transmisión de potencia hacia el diferencial a través del eje de transmisión. Para ello este se acopla al eje de transmisión mediante una unión cardan. Tanto en las superficies donde se encuentran rodamientos como en los tramos estriados habrá un acabado superficial de N7, por tanto, habrá este acabado superficial sobre toda la extensión del eje salvo en las caras de los extremos que tendrán un N9.

2.2.2.4 Eje marcha del piñón loco de la marcha atrás

El eje del piñón loco de la marcha atrás se trata de un eje de 80 milímetros de longitud y 20 milímetros de diámetro. Este eje tendrá una tolerancia geométrica de concentricidad de 0,03. Este eje ira apoyado sobre dos rodamientos de rodillos cilíndricos que se montarán sobre un ajuste de H7/k6. El eje estará conformado por un material 34CR4.

Sobre este eje únicamente ira montado un engranaje de dientes rectos, el piñón loco mediante el cual se consigue el cambio de sentido de giro de la marcha otras. Este engranaje estará acoplado al eje mediante una chaveta, por tanto, en el eje se colocará una chavetera.

El acabado superficial del eje será un N9 salvo en la chavetera y sobre la superficie en la que se encuentren los rodamientos.



imagen 4. Eje del piñón loco de la marcha atrás.

2.2.3 Engranajes

2.2.3.1 Engranajes de la marcha delantera

Para la marcha delantera la caja de cambios tiene 4 pares de engranajes, puesto que la 4ª marcha no es mediante estos sino mediante el acoplamiento directo del eje primario y secundario. Estos engranajes estarán fabricados de un acero aleado, cementado y templado con una resistencia de $K_{adm}=80 \text{ kg/cm}^2$.

Los pares de engranajes se tratan de ruedas con dientes helicoidales con un acabado superficial N7 en las zonas de contacto, siendo N9 en el resto de

superficie. Los engranajes que van sobre el eje intermedio se encontraran fijos de manera permanente al eje, mientras tanto, los que se encuentran sobre el eje secundario giraran locos hasta que se acoplen mediante el sincronizador. El proceso de calculo para la obtención de todos los valores de estos engranajes se encuentra en el Documento 3: Anexo de cálculos 4. Dimensionamiento de la caja de cambios.

Relación de transmisión de engranajes real	Numero de dientes en los engranajes	Relación de transmisión total de la caja real	β_a
$r'_{c1} = 1,933:1$	$Z_1 = 15$ $Z'_1 = 29$	$r_{c1} = 3,866:1$	$15,25^\circ$
$r'_{c2} = 1,095:1$	$Z_2 = 21$ $Z'_2 = 23$	$r_{c2} = 2,19:1$	$15,25^\circ$
$r'_{c3} = 0,68:1$	$Z_3 = 25$ $Z'_3 = 17$	$r_{c3} = 1,36:1$	$18,21^\circ$
$r'_{c5} = 0,4:1$	$Z_5 = 30$ $Z'_5 = 12$	$r_{c5} = 0,8:1$	$18,21^\circ$

Tabla 1. Relaciones de transmisión.

Estos engranajes tendrán todos una anchura de 45 milímetros. Por otro lado, los engranajes que se encuentran en el eje secundario tendrán una protrusión con un pequeña conicidad en uno de sus laterales para logran un buen acople con el sincronizador. Estos engranajes tendrán un ajuste de H7/k6 para el montaje con los rodamientos. Los rodamientos de los engranajes de la 3ª y 5ª marcha tendrán un agujero de diámetro 42 milímetros mientras que los de la 1ª y 2ª marcha serán de 40 milímetros. Para un correcto funcionamiento de estos los engranajes tendrán una tolerancia de paralelismo de 0,03 milímetros.

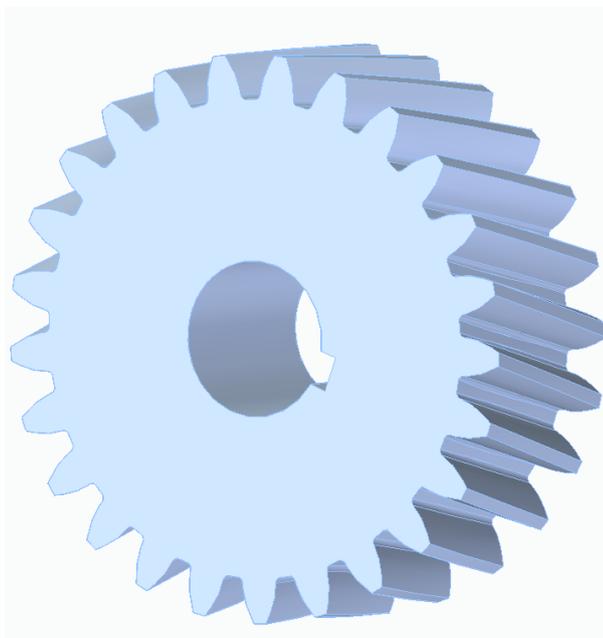


imagen 5. Corona 3ª marcha.

2.2.3.2 Engranajes de la marcha atrás.

Esta marcha esta compuesta por un conjunto de 3 engranajes, 2 piñones con las mismas dimensiones y la corona. El primer piñón esta unido al eje intermedio mediante una chaveta, por otro lado, el piñón loco se encuentra unido a un eje exclusivo para el mediante una chaveta también. La corona se encuentra e el eje secundario girando loca sobre un rodamiento de agujas de 42 milímetros de diámetro.

Relación de transmisión de engranajes real	Numero de dientes en los engranajes	Relación de transmisión total de la caja real
$r'_{MA} = 1,78:1$	$Z_{MA} = 14$ $Z'_{MA} = 25$	$r_{MA} = 3,57:1$

Tabla 2. Relación de la marcha atrás.

Estos tres engranajes se tratan de engranajes de dientes rectos con un acabado superficial de N7 en las zonas de contacto y N9 para el resto. Para asegurarse de que el giro de estos es apropiado tendrán una tolerancia de paralelismo de 0,03 milímetros. Los engranajes estarán fabricados de un acero aleado, cementado y templado con una resistencia de $K_{adm}=80 \text{ kg/cm}^2$.

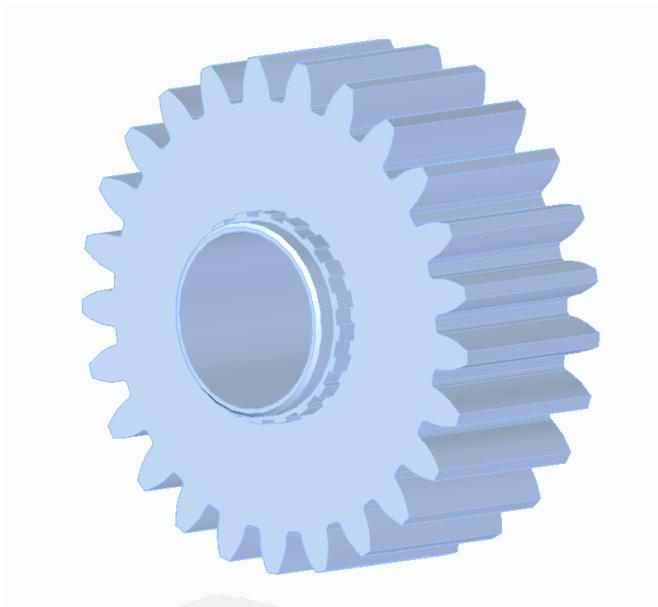


imagen 6. Corona marcha atrás

2.2.3.3 Engranajes de la toma constante

La toma constante se trata de un par de engranajes que se encuentra en la entrada de la caja de cambios. Estos tendrán una relación de 2:1 que afectara a todas las marchas que se encuentran en la caja. Gracia a ella los engranajes deberán logran una relación menor, la mitad exactamente, por lo que se consigue montar engranajes menos voluminosos.

El piñón se encuentra unido mediante una chaveta al eje primario y este tendrá un mecanizado en uno de sus laterales con una forma cónica para facilitar el acople de el eje primario y secundario mediante un sincronizador. Por otro lado, la corona de la toma constante se encuentra en un extremos del eje intermedio unida a este mediante una chaveta. El material de cual esta fabricado será el mismo que el del resto de engranajes de la caja de cambios, un acero aleado, cementado y templado con una resistencia de $K_{adm}=80 \text{ kg/cm}^2$.

El acabado superficial de los dos engranajes será de N9 salvo en las zonas donde los dientes entran en contacto, siendo este un N7. Las caras de estos engranajes tendrán una tolerancia de paralelismo de 0,03 milímetros.

Relación de transmisión de engranajes real	Numero de dientes en los engranajes	Relación de transmisión total de la caja real	β_a
$r'_{ctc} = 0,5:1$	$Z_5 = 28$ $Z'_5 = 14$	$r_{ctc} = 0,5:1$	$18,21^\circ$

Tabla 3. Relación de la toma constante.

2.2.4 Rodamientos

Los rodamientos tienen la capacidad de soportar las cargas que se generan en los ejes a causa de las fuerzas que crean lo engranajes. Cuando se trata de seleccionar un rodamiento habrá que fijarse la capacidad de carga de este rodamiento, ósea, si es capaz de soportar las fuerzas que se van a ejercer sobre él. También habrá que tener en cuenta el tipo de rodamiento del que se trata, bolas rígidas, rodillos cónicos o cilíndricos, agujas... Finalmente las dimensiones del rodamiento se deberán adecuar a las del eje sobre el que va ir montado.

Para la selección de los rodamientos de la transmisión se ha empleado el catálogo comercial de la marca SKF. La selección de estos ha sido realizada siguiendo las pautas anteriormente explicadas. La capacidad de carga de estos será superior a la requerida, el diámetro interior será el mismo que el del eje sobre el cual van montados y la clase de rodamiento será la que mejor se adecue a cada situación.

A continuación, se muestran los rodamientos seleccionado para cada apoyo y sus características principales:

2.2.4.1 Eje primario

- Apoyo A y B:

Rodamiento de rodillos cónicos SKF 32004 X $\rightarrow \begin{cases} C = 29,7 \text{ KN} \\ K = 1,6 \end{cases}$

2.2.4.2 Eje intermedio

- Apoyo D:

Rodamiento de rodillos cilíndricos SKF N 207 ECP $\rightarrow \begin{cases} C = 56 \text{ KN} \\ C_0 = 48 \text{ KN} \end{cases}$

- Apoyo E:

Rodamiento de bolas rígidas SKF 6407 N $\rightarrow \begin{cases} C = 55,3 \text{ KN} \\ C_0 = 31 \text{ KN} \end{cases}$

Rodamiento de rodillos cilíndricos UN 1007 ECP $\rightarrow \begin{cases} C = 35,8 \text{ KN} \\ C_0 = 38 \text{ KN} \end{cases}$

2.2.4.3 Eje secundario

- Apoyo F:

Rodamiento de rodillos cilíndricos SKF N 207 ECP $\rightarrow \begin{cases} C = 56 \text{ KN} \\ C_0 = 48 \text{ KN} \end{cases}$

- Apoyo G:

Rodamiento de bolas rígidas SKF 6407 N $\rightarrow \begin{cases} C = 55,3 \text{ KN} \\ C_0 = 31 \text{ KN} \end{cases}$

2.2.4.4 Ruedas locas del eje secundario

- 1ª, 2ª y Marcha atrás

Rodamiento de agujas SKF Kx35x40x25 $\rightarrow \begin{cases} C = 28,1 \text{ KN} \\ C_0 = 60 \text{ KN} \end{cases}$

- 3ª y 5ª

Rodamiento de agujas SKF Kx35x42x30 $\rightarrow \begin{cases} C = 37,4 \text{ KN} \\ C_0 = 68 \text{ KN} \end{cases}$

2.2.4.5 Eje del piñón loco de la marcha atrás

Rodamiento de rodillos cilíndricos SKF NJ 2204 ECP $\rightarrow \begin{cases} C = 34,5 \text{ KN} \\ C_0 = 27,5 \text{ KN} \end{cases}$

2.2.5 Sincronizadores

Los sincronizadores se tratan de conjuntos formados por 3 elementos; el aro sincronizador, el cubo y el sincronizador. Se encuentran en el eje secundario sobre un estriado de 55 milímetros calculado mediante la norma DIN 5480. Están situados entre 2 engranajes para acoplar 1 de estos al eje. Concretamente el primero se encuentra entre el acople de la directa y la 3ª, el segundo entre la 2ª y la 1ª y la tercera y ultima entre la 5ª y la marcha atrás.

El cubo del sincronizador tendrá un estriado en su agujero interior el cual encaja con el calculado para el eje secundario. Al mismo tiempo tendrá otro estriado en su zona exterior sobre el cual se encontrará el sincronizador. El sincronizadores deslizará sobre este estriado acoplándose sobre uno de los dos engranajes que tiene a ambos lados. El aro debido a su conicidad es que actúa de acoplador y gracias a él se quedan fijados ambos elementos.

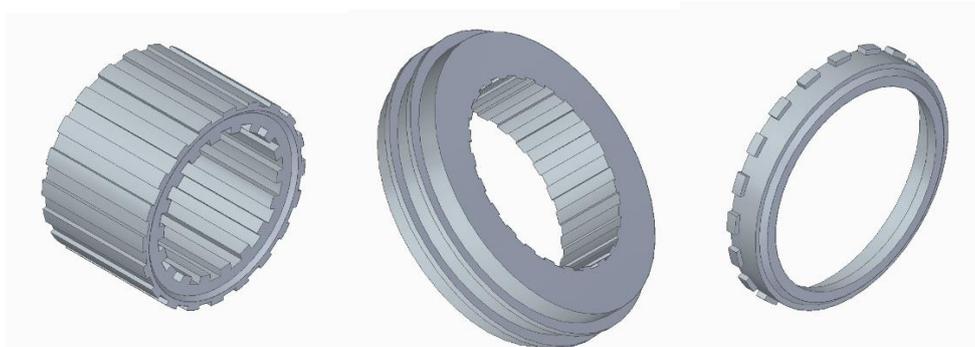


imagen 7. Cubo, sincronizador y anillo.

Los 3 elementos tendrán un acabado superficial de N7 debido a que son elementos con muchas zonas de contacto. Por otro lado, el agujero interior estriado del cubo sincronizador tendrá un acabado de H7/k9 para lograr una correcta fijación.

2.2.6 Chavetas

Las chavetas son los elementos que sirven de unión entre los engranajes y los ejes. Sus ventajas son su facilidad de montaje y su precio económico. Se encontrarán entre los engranajes del eje primario, el eje intermedio y el eje del piñón loco de la marcha atrás.

Se encontrarán situadas en chaveteros mecanizados sobre los ejes y engranajes con un acabado superficial de N7.

2.2.6.1 *Eje primario*

DIN 6885-6-6-22-A	h = 6 mm	w = 6 mm	L = 22 mm	∅ = 17 - 22 mm
-------------------	----------	----------	-----------	----------------

2.2.6.2 *Eje intermedio*

DIN 6885-8-7-25-A	h = 7 mm	w = 8 mm	L = 25 mm	∅ = 22 - 30 mm
-------------------	----------	----------	-----------	----------------

2.2.6.3 Eje del piñón loco de la marcha atrás

DIN 6885-6-6-22-A	h = 6 mm	w = 6 mm	L = 22 mm	∅ = 17 - 22 mm
-------------------	----------	----------	-----------	----------------

2.3 CONDICIONES DE EJECUCIÓN

Los elementos que están dentro del conjunto de la transmisión pueden ser de tres tipos diferentes: los elementos que se tienen que diseñar, los elementos comerciales y los elementos normalizados. Dado que los dos últimos se producen por otros fabricantes especialistas en ello tan solo deberá comprobarse que estos cumplen con las condiciones técnicas establecidas.

2.3.1 Materia prima

La mayoría de las piezas provendrán de barras laminadas con dimensiones normalizadas. Tanto los engranajes, los sincronizadores y los ejes estarán fabricados mediante mecanizado. La materia prima de los elementos deberá estar certificada como un material de la calidad que le corresponda y la aprobación del reglamento REACH del fabricante. De esta manera se asegurara que las condiciones medioambientales establecidas se cumplen y la composición química de este es la adecuada.

2.3.2 Dientes

Algunos de los elementos de los que forman parte de la transmisión tendrán dientes, siendo estos los ejes, los engranajes y los sincronizadores. Dichos dientes serán de perfil envolvente y para su fabricación se utilizara una fresa madre. Mediante esta herramienta se consigue una superficie sin marcas. Para el tallado de los engranajes se utiliza una maquina especial para ello.

Después para mejorar las propiedades de estos dientes se les somete a ciertos tratamientos como el templado. Por último se le realiza un mecanizado por abrasión y un rectificado para que los ataques térmicos y químicos no debiliten los dientes.

Finamente realizar un control de calidad de los dientes y de los estriados. Es importante destacar que los estriados llevaran ajustes y estos deberán estar correctamente.

2.3.3 Acabado superficial

Mediante el proceso de fabricación se obtiene una superficie con las características adecuadas a su finalidad. En superficies que tienen contacto entre ellas deben tener acabados con las propiedades que les permita trabajar correctamente, de lo contrario el funcionamiento de las piezas no sería el deseado.

Están serán algunas de las superficies que tienen que llevar acabado superficial:

- Superficies con requerimientos de gran precisión
- Chaveteros
- Superficies con contacto o movimiento
- Alojamiento de rodamientos
- Zonas con finalidad estética

Las pruebas de calidad a las que se deben someter las piezas con acabados superficiales deberán ser más exhaustivas. De este modo se asegura que son apropiadas para la labor que se les va a encomendar.

2.3.4 Tolerancias geométricas y dimensionales

Habitualmente los elementos que reciben un acabado superficial llevarán una tolerancia. En este proyecto ese criterio se ha mantenido.

En caso de haber duda, encontrarse contradicciones sobre las tolerancias a aplicar en cualquier componente de la transmisión o requerirse algún tipo de modificación, esta se deberá comunicar al director del proyecto.

Las tolerancias y cotas que aparecen en los planos deberán ser respetadas durante el proceso de fabricación. Todas las piezas con acabados superficiales tanto con tolerancias geométricas deberán ser sometidas a un control de calidad, de no superar dicho control esta no podrá ser montada en la transmisión.

2.3.5 Tratamientos térmicos y químicos

A algunas de las piezas se les aplicará un tratamiento térmico o químico, de este modo se conseguirá mejorar las propiedades mecánicas de estos. Las piezas que estén sometidas a cargas considerables se les aplicará un proceso de cementación y templado. Estos procesos les otorgarán a estos elementos mayor resistencia al desgaste y a la fricción y se logra aumentar su dureza.

Para verificar que los tratamientos realizados han sido satisfactorios se realizará un control de calidad. Para ello se fabricarán probetas para realizar los ensayos de dureza y destructivos para poder validar el lote.

2.3.6 Montaje

Una vez fabricadas todas las piezas de la transmisión y se han superado satisfactoriamente todos los controles de calidad pertinentes, se comienza con el montaje de esta.

Habrá que verificar que las piezas a montar esta en buenas condiciones, sin marcas, impurezas o con suciedad. Después se procede al ensamblaje de estas:

1. Montar el conjunto de presión del embrague.
2. Montar el conjunto del plato de inercia del embrague.
3. Montar el embrague completo.
4. Montar las chavetas en el eje primario y secundario.
5. Colocar los engranajes sobre el eje primario y secundario y los engranajes del eje secundario con sus respectivos rodamientos de aguja en el interior y los sincronizadores entre cada pareja de engranajes.
6. Montaje de los rodamientos en los apoyos de los ejes.
7. Unir los tres ejes con todos sus elementos.
8. Unir mediante las juntas cardan el árbol de transmisión con la salida del eje secundario.
9. Montar el diferencial en el otro extremo del eje de transmisión unido mediante la junta cardan.
10. Montar el conjunto fabricado sobre el vehículo.

Todas las herramientas y maquinaria necesaria para el montaje deberán estar al alcance del operario. Será obligatorio el uso de un martillo de goma para cuando se a necesario para evitar da nar las piezas.

Si es necesario realizar el desmontaje de esta debido a un fallo o una rotura se seguirán los mismos pasos del montaje, pero de manera inversa.

2.3.7 Engrase y lubricación

El aceite o valvulina es el líquido encargado de lubricar los elementos giratorios como son los engranajes y rodamientos. El aceite es el encargado de controlar la temperatura de la transmisión. Como se trata de un aceite viscoso permite conseguir un cambio de marcha suave y progresivo al mismo tiempo que crea una película que protege a los engranajes de rasponazos. En el mercado se pueden encontrar infinidad de clases y marcas comerciales de aceites.

Su elección dependerá del tipo de caja de cambios y propiedades del vehículo, por tanto, se ha seleccionado un aceite GL-4. Se recomienda un cambio de aceite cada 50000 kilómetros, puesto que a partir de este punto empieza a perder sus propiedades. En caso de que no se realice el cambio de

aceite cuando corresponda el fabricante no se hará cargo de los daños que se puedan ocasionar.

2.3.8 Comprobación

Una vez terminada la fabricación y el montaje de la transmisión el fabricante procederá a hacer pruebas y ensayos para la aprobación de dicha transmisión y garantizar al cliente el funcionamiento de ésta. Estos ensayos se llevarán a cabo en el taller de fabricación del fabricante. Se comprobará la resistencia de la transmisión con carga y sin ella, se comprobará el comportamiento de la caja de cambios con lubricación y sin ella mediante una maquina que simula el movimiento de un motor. En estos ensayos, se miden varias cosas, los pares, la velocidad, el funcionamiento, el calentamiento del aceite y los componentes de la transmisión.

2.3.9 Control de calidad

En este documento se ha demostrado que los controles de calidad se deben realizar a lo largo de todo el proceso de fabricación. a la hora de revisar la materia prima hace falta hacer hincapié puesto que se trata del elemento mas importante. Las piezas que se mecanizan tienen como base este material, así que el material que se va a emplear para ello deberá venir acompañado con los certificados de cálida correspondientes. Para cerciorase de esta calidad se realizarán varios ensayos y pruebas y posteriormente como ya se ha mencionado se les realizaran diferentes tratamientos para mejora aún mas esta propiedades.

Todas las piezas que se fabricadas y montadas han de ser medidas y se deberá comprobar que todo se corresponde con los planos. Se realizarán ciertas pruebas de metrología, que, mediante muestras comprobarán las dimensiones, tolerancias y acabados superficiales pertinentes.

Todos los controles y ensayos que se realicen deberán documentarse, de este modo en caso de presenciarse algún error poder detectarlo fácilmente. Toda la documentación realizada deberá poseer la fecha, el nombre del responsable y la localización de realización.

2.3.10 Embalaje y transporte

Una vez terminado el montaje y los controles de calidad de la transmisión se realizará el embalaje del producto para proceder a su transporte. Para asegurar que los componentes no se dañan durante el proceso, se empleara una caja de mayor dimensión y rellena de plástico protector o espuma. El producto deberá quedar bien fijado en el interior de la caja para que no sufra ningún golpe. Finalmente se colocará sobre un pale también de mayor tamaño y se sellará la caja con plástico para evitar humedades. Se etiqueta el producto mostrando el número de lote y serie, la procedencia de este y la dirección de envío.

Gracias a este embalaje se asegura que el cliente reciba el producto final en las condiciones óptimas, ya sea un envío por tierra mar o aire.

3 CONDICIONES ECONOMICAS Y ADMINISTRATIVAS

3.1 Planificación

1. El fabricante dispone de 15 días hábiles para el desarrollo y presentación del plan de trabajo para la fabricación de la transmisión. En el plan se especificará la duración del proceso, y los pasos a seguir son los siguientes:

- Organización
- Mecanización
- Montaje
- Mantenimiento
- Controles de calidad
- Pruebas y ensayos
- Entrega

2. En caso de demora en la entrega, se informará al proyectista y al cliente.

3. El proyectista y el cliente pueden considerar no válido el retraso, en ese caso se multará al fabricante con una penalización económico pudiendo ser de hasta un 7% del coste total del producto.

3.2 Elaboración del proyecto

1. El fabricante debe empezar con el proyecto en la fecha indicada en el contrato.

2. El fabricante no podrá realizar cambios o trabajos que supongan un aumento de coste sin antes consultarlo con el proyectista ni con el cliente.

3. Las pruebas y ensayos que se realizarán en el taller estarán dentro del contrato.

3.3 Pago

1. Cuando el cliente y el proyectista estén de acuerdo en el precio, el cliente tiene tres plazos para realizar el pago:

- El 20% del coste total una vez aceptado el pedido.
 - El 55% del coste total una vez puesto en marcha el proyecto.
 - El 25 % del coste total transcurridos 60 días de haber empezado el proyecto.
2. Los gastos financieros que surjan con bancos o entidades serán responsabilidad de cliente.
 3. Si el cliente no paga dentro del plazo, se le multará con una sanción económica y administrativa.

3.4 Entrega

1. Una vez superados los ensayos y controles de calidad y haber sido embalado el producto final, se transportará al taller del cliente.
2. El cliente puede realizar las pruebas y ensayos que estime necesario a la transmisión del vehículo.
3. El montaje de la transmisión con el resto de los elementos del automóvil será responsabilidad del fabricante del coche. A partir de ese momento las marcas, golpes o defectos que puedan darse en la transmisión, serán de la responsabilidad del cliente y será el encargado de arreglarlo.
4. Una vez finalizado el montaje del coche y su puesta en marcha, la responsabilidad no será del fabricante del automóvil, si no de la persona que utilizar el vehículo.

3.5 Garantía

1. Una vez hayan transcurrido los 30 días de prueba del producto, el fabricante tendrá 6 meses para arreglar las piezas que tengan fallo en el caso de haberlas.
2. Dentro de la garantía, según los planos y especificaciones, cualquier pieza o subconjunto que tenga algún fallo se reemplazará. En estos casos se desplazará un técnico y solucionará el problema sin coste alguno para el cliente.
3. Si en las piezas hubiera algún fallo causado por el embalaje, el cliente podrá reclamarlo y se procederá al arreglo si se encuentra dentro de la garantía.
4. En el caso de que las piezas hayan sido manipuladas por personal técnico ajeno al propuesto por el fabricante, o si la reclamación está fuera de fecha, el fabricante no tendrá ninguna responsabilidad y lo deberá solucionar el cliente.

3.6 Patentes y licencias

1. Si el proyectista quiere utilizar otros métodos, patentes, licencias o compañías, deberá conseguir los permisos que se requieran para ello y enseñárselos al cliente si éste se los pide.
2. En caso de que se rompan los derechos por los bienes industriales, y se genere una pérdida de dinero, el fabricante deberá de recompensar económicamente al cliente.

3.7 Secreto profesional

1. Si el cliente cree que el proyectista recibe información confidencial, este se lo hará saber.
2. El proyectista no podrá divulgar información acerca del proyecto sin el consentimiento del cliente.
3. De la misma manera, el cliente no podrá divulgar la información confidencial que le otorgue el proyectista sin el consentimiento de este.

3.8 Anulación del contrato

Las razones principales por las que un contrato se rompe son las siguientes:

- Incumplimiento de las condiciones fijadas en el contrato.
- Incumplimiento del plazo de tiempo para la fabricación.
- Quiebra o fracaso del fabricante.
- Enfermedad grave o muerte del proyectista.

Firmado:

Grado En Ingeniería Mecánica

Mikel Zulueta Lopez

79068731k

Bilbao, 16 de mayo de 2019